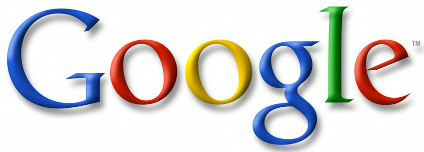


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

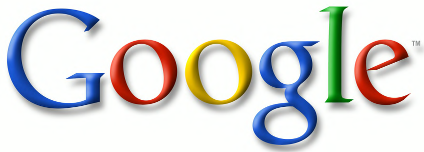
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

ASTRONOMY LIBRARY

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA









LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA









LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA









LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA






Separate
Astr. Lib.

George Davidson

Im Reiche des Lichtes.

May 30/95.

rcd [illegible]



Sonnen, Zodiakallichte, Kometen.

Dämmerungslicht-Pyramiden

nach den ältesten ägyptischen Quellen.

Von

Hermann Gruson,

Ehrenmitglied des naturwissenschaftlichen Vereins zu Magdeburg.



EX ORIENTE LUX.

Zweite gänzlich umgearbeitete Auflage.

Mit 57 Figuren und 8 Tafeln zum Theil in farbiger Ausführung.

Braunschweig.

George Westermann.

1895.

Überreicht von

Hermann Gruson

ASTRONOMY LIBRARY

Prospekt zur zweiten Auflage.

Im Reiche des Lichtes.

Sonnen, Zodiakallichte, Kometen.

Dämmerungslicht-Pyramiden

nach den ältesten ägyptischen Quellen.

Von

Hermann Gruson,

Ehrenmitglied des naturwissenschaftlichen Vereins zu Magdeburg.

Zweite gänzlich umgearbeitete Auflage.

Mit 57 Figuren und 8 Tafeln zum Theil in farbiger Ausführung.

Preis geh. 8 Mk., geb. 9 Mk.

In der vorliegenden Neubearbeitung, welche der berühmte Verfasser trotz seines hohen Alters vorgenommen hat, hat er sich wesentlich von zwei Gesichtspunkten leiten lassen.

Erstens versuchte er, besonders die *Entstehung* seiner grundlegenden Ansichten über die Natur der Wärme und des Lichtes dem Leser klar zu machen. Zu diesem Behufe wurden eingehend die Beobachtungen besprochen, welche der Verfasser in seiner Eisengiesserei, der grössten der Welt, zu machen Gelegenheit hatte, sowie die Versuche, welche er zur Ergründung der Erscheinungen, die sich ihm von selbst dargeboten hatten, in planmässiger Weise anstellte. Diese Beobachtungen und Versuche, ohne deren Kenntniss ein wirkliches Verständniss der Theorie des Verfassers über die Natur der Wärme kaum möglich ist, sind in den ersten Theil aufgenommen, in welchem, daran anschliessend, noch die Lichttheorie des Verfassers auseinandergesetzt ist. Diese letztere kann allerdings erst durch die im zweiten Theil enthaltene Anwendung auf die Kometen voll begriffen werden; denn gerade die Erscheinungsform der Kometen war es, welche den Verfasser zum Nachdenken über die Natur des Lichtes anregte und ihm seine Auffassung derselben förmlich aufzwang.

M704333

Der zweite Gesichtspunkt, welcher den Verfasser leitete, war, durch erweiterte Anwendung seiner Theorie auf bisher noch unerklärte Erscheinungen ihre Richtigkeit und ihre Stärke gegenüber anderen Anschauungen aufzuzeigen. Dies geschieht durch die Darstellung und Erklärung des Zodiakallichtes, welche, mit nur geringen Aenderungen aus der ersten Auflage herübergenommen, den dritten Theil des Buches bildet; sodann auch durch die Erklärung der neu aufleuchtenden Sterne, ein Kapitel, welches erst jetzt hinzugekommen ist. Der Leser wird sich überzeugen, dass diese Erscheinungen, welche bisher dem Zodiakallicht an Unerklärlichkeit gleichstanden, sich in durchaus einfacher Weise erklären lassen. Wo man nichts Sicheres weiss, tritt das Fabuliren ein. So haben die Alten, bevor sie den Weltenbau wissenschaftlich zu erforschen begannen, Kosmogonien (Weltentstehungsgeschichten) in poetisch-religiöser Form niedergelegt, welche nicht selten der späteren wissenschaftlichen Forschung hindernd in den Weg traten. Wenn man heute auch wunderbare Erscheinungen nicht mehr durch *religiöse* Mythen zu erklären sucht, so dürfen wir uns doch darüber keiner Täuschung hingeben, dass es eben *Mythen* oder *Fabeln* ohne jeden wissenschaftlichen Werth sind, die wir vielfach als Erklärungen der Wunder finden, welche uns die Natur darbietet. Dahin gehören auch alle sogenannten Erklärungsversuche der neu aufleuchtenden Sterne. Man fabelt da vom Aufeinanderprallen ganzer Weltsysteme, von der Zerstörung und dem Untergang von Sonnen und Planeten mit Allem, was darauf lebt und webt, ohne in wissenschaftlicher Weise von der eigenthümlichen Erscheinungsform und dem eigenthümlichen Unterschied dieser Gebilde, der neu aufleuchtenden Sterne, von den bisher bekannten Gestirnen auszugehen. Thut man das Letztere, wie es von dem Verfasser hier zum ersten Male geschieht, so erkennt man leicht, wie die räthselhaften Probleme sich an der Hand der dargelegten Lichttheorie in überraschend einfacher Weise auflösen lassen.

Das Buch giebt somit ein in sich geschlossenes, von inneren Widersprüchen freies Ganze, welches dem Leser dadurch allein schon sicherlich einen hohen ästhetischen Genuss gewährt. Dazu kommt noch die Belehrung auf vielen bisher dunklen Gebieten, und als besonderer Reiz die mannigfachen Anregungen, welche es zum Nachdenken über viele Fragen der Physik und Astrophysik giebt.

Bezüglich der allgemeinen Gesichtspunkte des Werkes wird auf den nachstehenden Prospekt zur ersten Auflage verwiesen.

Braunschweig.

George Westermann.

Prospekt zur ersten Auflage.

Im Reiche des Lichtes.

Sonnen, Zodiakallichte, Kometen.

Dämmerungslicht-Pyramiden

nach den ältesten ägyptischen Quellen.

Von

Hermann Gruson.

Mit 28 Figuren und 9 Tafeln zum Theil in buntfarbiger Ausführung.

Preis geh. 8 Mk., geb. 9 Mk.

Der Verfasser des unter dem vorstehenden Titel soeben erschienenen Buches, *Hermann Gruson,* der weltbekannte Erfinder und Entdecker des Hartstahlgusses, hatte in seiner vierzigjährigen Berufsthätigkeit vollauf die Gelegenheit, fast täglich die Erscheinungen des Lichtes und der Wärme an den glühend heissen geschmolzenen Metallmassen kennen zu lernen. Seine gesammelten Erfahrungen führten ihn zu Schlüssen über die physikalischen Eigenschaften von Licht und Wärme, die sich mit den Ansichten der Schule durchaus nicht im Einklang fanden. Sie führten ihn zu dem Urquell alles Lichtes, zur Sonne, empor, veranlassten ihn zu den eingehendsten Untersuchungen über den leuchtenden Sonnenstrahl und seine Wanderungen und Wandelungen im Aether bis zu seiner Ankunft in der atmosphärischen Hülle unseres Erdballes, richteten seine Aufmerksamkeit auf das Leuchten der Fixsterne, Planeten und Mondtrabanten, auf die Erscheinungen und Gestalt der Kometen und, nicht am Letzten, reizten seine Wissbegierde nach der Entstehung jenes mit dem Untergang und Aufgang der Sonne verbundenen wunderbaren Scheines des sogenannten Thierkreislichtes. Die erwähnten Phänomene am Tag- und Nachthimmel beschäftigten ihn unaufhörlich mit Forschungen nach den letzten Gründen jener zahllosen Lichterscheinungen. Dieselben entwickelten sich im Laufe der Zeit zu einer eigenen Theorie, die er bereits in früheren Schrift-

ten der öffentlichen Beurtheilung übergab, um wenigstens in grossen Zügen ihren wesentlichsten Inhalt dem Leser vor Augen zu führen. Seine Ansichten haben von fachgelehrter Seite aus manche Anfechtungen und Angriffe erfahren, indess ohne ihn zu entmuthigen, von seinem Standpunkte aus die Richtigkeit ihrer Grundlagen zu behaupten und zu vertheidigen.

Erneute Studien und vor allem die letzte Reise des Herausgebers nach Aegypten, welche er lediglich zur Beobachtung des Thierkreislichtes an den Ufern des Niles zur Ausführung brachte, bereicherten seine Erfahrungen, bestätigten die Grundlagen seiner Ansichten und lieferten ihm in der Erscheinung eines ausserordentlich auffallend gestalteten Thierkreislichtes über dem Horizont von Elephantine, an der südlichsten Grenze Aegyptens, den Schlussbeweis für die Wahrheit seiner Anschauungen. Nach seiner Rückkehr aus dem Pharaonenlande hielt der Verfasser des Buches den Zeitpunkt für gekommen, seine Theorie des Lichtes in ausführlicherer Weise, als dies früher geschehen konnte, und in einer dem Laien verständlichen und zugleich anziehenden Sprache dem allgemeinen Urtheil zu überliefern. Zugleich aber lag ihm daran, durch eine grosse Reihe constructiver Figuren und erläuternder Abbildungen, von denen eine Anzahl in Buntdruck ausgeführt ist, dem Leser das Verständniss der Textworte zu erleichtern, so dass Niemand das fesselnde Buch aus der Hand legen wird, ohne die reichste Belehrung für sein Wissen und über die schwebende Frage nach dem Ursprung von Licht und Wärme geschöpft zu haben.

In der *Einleitung* zur ersten Abtheilung des Buches, mit der Ueberschrift *Unsere Himmelskörper,* wendet sich der Herr Verfasser an den Verstand und das gesunde Urtheil, zugleich aber an das Gemüth des Lesenden, um ihn für die nachfolgenden Betrachtungen empfänglich zu stimmen. Das zweite Kapitel behandelt die *Räthsel des Sonnenkörpers,* die mit den Eigenschaften desselben verbunden sind. Im dritten Kapitel bilden die *Sonnenflecke* den Ausgangspunkt wichtiger Betrachtungen und Schlüsse, die sich an die äussere Erscheinung derselben knüpfen. Die *Bildung der Sonnenflecke,* mit welcher sich das vierte Kapitel beschäftigt, bietet die unerwartetsten Aufklärungen über die Masse des Sonnenkörpers, seine Oberfläche und über die eigentliche Entstehung der Sonnenflecke von ihrem ersten Stadium an bis zu ihrer Erscheinung auf dem Sonnenkörper und ihrer Projection auf der äussersten Brechungsschicht der Sonnenhülle. Dem fünften Kapitel sind Betrachtungen über die *Wanderung und Wandelung des Sonnenstrahles* gewidmet, welche die höchste Beachtung verdienen, da sie das Wesen des leuchtenden Sonnenstrahles und seine nothwendige Brechung zu elementaren Strahlen in eingehendster und überzeugendster Weise vor Augen führen.

Von hervorragender Bedeutung ist die zweite Abtheilung des Werkes, welche das *Thierkreislicht* behandelt und dessen Entstehung einer sorgfältigen Prüfung unterzieht. Die *Geschichte* desselben wird zunächst dem Leser vorgeführt (Kap. I), daran eine *Beschreibung beobachteter Thierkreislichter* geknüpft (Kap. II) und die *Entstehung*

derselben auf Grund von Fluth- und Gegenfluthwellen der Atmosphäre in einer klaren verständnissvollen Weise entwickelt (Kap. III). Die Annahme solcher Fluthwellen ist ebenso neu als überraschend und wohl geeignet, einen nachhaltigen Eindruck hervorzurufen. Das vierte Kapitel versetzt den Leser in die *Stadt Assuan* und nach der *Insel Elephantine*, um *ihre astronomische Bedeutung im Alterthume* kennen zu lernen. Es bildet gleichsam die Vorbereitung zu der im fünften Kapitel, *Das Thierkreislicht von Elephantine*, gelieferten Beschreibung eines Thierkreislichtes, wie es der Herr Verfasser am 19. Februar 1892 zu beobachten das unerwartete Glück hatte. Zwei farbig gedruckte landschaftliche Abbildungen geben eine getreue Darstellung der wunderbaren Erscheinung, welche mit dem plötzlichen Auftauchen einer Scharte in der Mitte der Lichtpyramide verbunden war. Die nachgewiesene Entstehung der Scharte liefert den vollständigen Beweis für die neue Lichttheorie, gegen welche sich kaum ein begründeter Widerspruch erheben dürfte, da die Annahme direct leuchtender Strahlen dabei thatsächlich ausgeschlossen erscheint. Von besonderer Bedeutung ist der darauf folgende Abschnitt (Kap. VI), welcher die Ueberschrift trägt: *Kenntniss des Thierkreislichtes im Alterthume*, denn er liefert den Beweis, dass bereits in den höchsten Zeiten des Alterthumes dasselbe den Aegyptern bekannt war und auf den Denkmälern abgebildet wurde; diese Entdeckung ist um so wichtiger, als selbst die bei weitem späteren Griechen und Römer von der Erscheinung desselben keinerlei unzweifelhafte Nachrichten hinterlassen haben. In England hat der gelieferte Nachweis bereits ein gewisses Aufsehen erregt, so dass in den Sitzungen einer gelehrten Gesellschaft diese Entdeckung als *„die glänzendste und wichtigste unserer Tage“* von dem Vorsitzenden bezeichnet worden ist. Archäologische Betrachtungen, die sich daran knüpfen, verlegen mit aller Sicherheit des Zutreffenden den Ursprung eines wirklichen Cultus des Thierkreislichtes nach der ägyptischen Provinz Gosen oder „der arabischen“, wie sie bei Griechen und Römern genannt erscheint. Der *Ursprung des Gegenscheines*, der bei Thierkreislichtern in den südlichen Zonen von Bergeshöhen aus bisweilen beobachtet wird, findet im siebenten Kapitel seine Erklärung und damit die zweite Abtheilung ihren Schluss.

In der dritten sind es die *Kometen*, welche Herrn *H. Gruson* die Gelegenheit boten, von seinem Standpunkte aus und im vollsten Gegensatz zu den freilich unter einander sehr abweichenden Meinungen der Astronomen die Natur derselben bis zu ihrer wirklichen sphäroidalen Gestalt zu verfolgen. Das erste Kapitel betrifft die *Allgemeine Erscheinungsform* der himmlischen Vagabunden, im zweiten wird der *Kometenstoff* einer näheren Prüfung unterzogen und im dritten die *Entstehung der Kometengestalt* ins Auge gefasst. Die drei folgenden Kapitel betreffen den *Kometenschweif*, den *Kometen unter dem Einfluss der Sonnenstrahlen* und die *Biegung* (Curve) *des Kometenschweifes*. Auch hierbei hat der Herausgeber seinen Standpunkt festgehalten und klar und überzeugend seine Ansichten bewiesen,

welche durch die beigegebenen Figuren und Abbildungen die Gelegenheit zu strengster Prüfung auf mathematischer Grundlage darbieten.

Die vierte Abtheilung des Werkes gehört einer Schlussbetrachtung an, welche die Ueberschrift *Die Auflösung des Lichträthsels* trägt. Die Erscheinungsformen des Thierkreislichtes geben Herrn *Gruson* noch einmal Veranlassung, seine Lichttheorie einer vergleichenden Betrachtung zu unterwerfen und sich an das gesunde Urtheil derer zu wenden, welche ohne vorgefasste Meinungen von der Schule her den Drang in sich fühlen, das bekannte Wort *et altera pars audiatur* in ihrer Kritik zur Anwendung zu bringen. Es handelt sich in diesem Falle nicht um eine Störung der Kreise der Astronomen, sondern um natürliche Anschauungen, die unabhängig von spitzfindigen Bemerkungen sind und nur darauf ausgehen, dem Lichte und seinen Wirkungen in Theorie und Praxis seine gebührende Auffassung zu schenken. Dies Gebiet, die Physik der Astronomie, bleibt auch dem Laien nicht verschlossen, und das Buch des Herrn Verfassers ist wohl geeignet, die Aufmerksamkeit der allgemeinen Leserwelt zu fesseln, zumal es sich nicht ausschliesslich an die fachgelehrte Bildung, sondern an den gesunden Menschenverstand eines jeden Einzelnen richtet.

Braunschweig.

George Westermann.

Im Reiche des Lichtes.

Tafel I.



Meissner & Buch, Leipzig, Lith.

Verlag von G. Westermann, Braunschweig

Thierkreislicht in Aſsuan.

Im Reiche des Lichtes.



Sonnen, Zodiakallichte, Kometen.

Dämmerungslicht-Pyramiden

nach den ältesten ägyptischen Quellen.

Von

Hermann Gruson,

Ehrenmitglied des naturwissenschaftlichen Vereins zu Magdeburg.



EX ORIENTE LUX.

Zweite gänzlich umgearbeitete Auflage.

Mit 57 Figuren und 8 Tafeln zum Theil in farbiger Ausführung.

Braunschweig.

George Westermann.

1895.

Alle Rechte vorbehalten.

Meinem heimgegangenen unvergesslichen Vater

Louis Gruson

in dankbarster Erinnerung gewidmet.

Hermann Gruson.

QB51
G7
ASTRONOMY
LIBRARY

Vorwort zur ersten Auflage.

In den nachfolgenden Blättern überliefere ich einem grösseren Leserkreise die Schlussergebnisse langjähriger Studien und Untersuchungen auf dem schwierigen Gebiete der physikalischen Astronomie.

In dem Bestreben, meine Gedanken in ihrem vollsten Zusammenhange zur Darstellung zu bringen, habe ich es absichtlich vermieden, dieselben in getrennten Artikeln einer Zeitschrift niederzulegen, und der gewählten Form einer selbständigen, in sich abgeschlossenen Veröffentlichung den Vorzug geschenkt.

Die in den vier Abtheilungen der vorliegenden Arbeit behandelten und durch Abbildungen erläuterten Gegenstände, bei welchen Wärme und Licht eine maassgebende und entscheidende Rolle zufällt, sollen nicht bloss den Zweck erfüllen, die Aufmerksamkeit des Physikers und Astronomen auf sich zu ziehen, sondern wenden sich zugleich an jene Laienwelt, für welche der Himmel und seine Wunder ihren Reiz noch nicht verloren haben.

Indem ich das Urtheil beider über den Werth und Unwerth meiner Leistungen in ungetheiltem Maasse anrufe, verhehle ich mir von vornherein durchaus nicht das Bedenkliche, die dunkelsten Fragen der physikalischen Astronomie und die

M704333

ungelösten Räthsel im Weltenraume von meinem Standpunkt aus, wenn auch mit aller gebotenen Gewissenhaftigkeit und mit dem redlichsten Streben nach Wahrheit, eingehendsten Prüfungen unterzogen und scheinbar unumstössliche Lehrsätze und Ansichten der Schule oft in ihren Grundvesten erschüttert zu haben.

Nicht die Sucht, durch Paradoxen Aufsehen zu erregen, noch die unverzeihliche Eitelkeit, meinen Namen in die astronomische Wissenschaft eingeführt zu sehen, haben mir den Muth geschenkt, meine Kräfte an der Lösung der Räthsel zu erproben. Nur die Beobachtungen und Erfahrungen, die ich während der grössten Hälfte meines Daseins in einem selbstgewählten Lebensberuf zu sammeln und zu prüfen Gelegenheit fand, drängten mir eigene Anschauungen über die Ursachen, Eigenschaften und Wirkungen von Wärme und Licht auf, die mich unwillkürlich von der Erde nach ihrem Urquell in den unermesslichen Räumen des Weltalls hinauftrugen.

An verschiedenen Stellen meines Buches habe ich weitläufiger die Wege beschrieben, die mich von Stufe zu Stufe meinem Ziele näher führten und meine Theorie von Wärme und Licht am Schlusse sorgfältig und mit allen mir gebotenen Mitteln durchgeführter Zeichnungen ins Leben riefen. Eine grobe Selbsttäuschung in meinen Voraussetzungen und Folgerungen dürfte ausgeschlossen sein, und mit Ruhe sehe ich der kritischen Beurtheilung meiner Ergebnisse entgegen.

Freilich darf ich keine Ansprüche darauf erheben, von der strengen Wissenschaft auf den Höhen der astronomischen Erkenntniss ein mildes und nachsichtiges Urtheil zu erwarten, nicht weil es sich um Fundamentalsätze meiner eigenen, durch die Praxis gewonnenen Theorie handelt, sondern weil die Gegensätze hart aneinanderprallen und zur Nothwehr herausfordern. Für meinen Theil würde ich es dankbar empfinden, wenn kleine

Irrthümer, wie sie dem Laien leicht entschlüpfen, nicht als Angriffswaffe gegen das allgemeine Ganze ausgenützt und ins Feld geführt würden.

In der Darstellung liess ich es mir angelegen sein, meine Gedanken in möglichster Klarheit zu entwickeln. Aus diesem Grunde befleissigte ich mich einer allgemeinverständlichen Ausdrucksweise und schreckte selbst vor Wiederholungen nicht zurück, um dem Gedächtniss zu Hülfe zu kommen und die Beweiskraft im gegebenen Falle zu verstärken. Ich theile die Meinung derer, welche keine wissenschaftlichen Wahrheiten für zu hoch halten, um sie nicht dem gewöhnlichen Verstande begreiflich zu machen, denn es beruht im innersten Wesen der Wahrheit, dass sie, einfach und klar an sich selbst, der dunklen, dem Laien unverständlichen Kunstsprache leicht entbehren. Bei meinem Gegenstande zeigt diese Wahrheit eine verlockende Anziehungskraft, ein triftiger Grund mehr, sie in der von mir gewählten Form in möglichst weite Kreise zu verbreiten.

Auf meiner im Februar des Jahres 1892 nach Aegypten unternommenen Reise, deren nächster Zweck es war, Beobachtungen von Erscheinungen des Thierkreislichtes in einer südlichen Zone anzustellen, wurde mir ganz unerwartet die Gelegenheit, mich des Wiedersehens eines berühmten vaterländischen Gelehrten zu erfreuen, das durch die Erinnerung an eine gemeinsam verlebte früheste Jugendzeit den Stempel des Herzlichen erhielt. *Heinrich Brugsch,* unser grosser Aegyptolog, dessen Name auf dem von ihm gepflegten Gebiete der Wissenschaft Laien und Gelehrten viel zu bekannt ist, als dass er erst durch mich in den Vordergrund gestellt zu werden brauchte, entwickelte in den Unterhaltungen über meine Theorie des Lichtes und die auf Grund derselben allein erklärliche Entstehung des Zodiakalscheines ein so klares Verständniss für das

Wesen derselben, dass es ihm, nach seiner wörtlichen Versicherung, wie Schuppen von den Augen fiel, denn die Denkmäler und ihre Sprache traten innerhalb eines umgrenzten Gebietes meinen eigenen Anschauungen mit beweisender Kraft gegenüber. Weder Mystificationen noch Zugeständnisse aus Rücksicht freundschaftlichster Beziehungen haben diesen ausserordentlichen Beweisen eine beabsichtigte Direction verliehen. Auf alle Fälle möge sich der Leser auf ungewöhnliche Ueberraschungen vorbereiten, die selbst für die ägyptologische Wissenschaft mythologischen Inhalts mit ihrer gestaltungsvollen Symbolik zu einem Ausgangspunkte ebenso reicher als unverhoffter Belehrungen werden müssen.

Und somit rufe ich zum Schlusse den unparteiischen Lesern meiner der Oeffentlichkeit übergebenen Arbeit die Worte entgegen: Prüfet und behaltet das Beste!

Magdeburg-Buckau. **Hermann Gruson.**

Vorwort zur zweiten Auflage.

Weit entfernt, zu glauben, dass ich mit dieser abermaligen Umarbeitung meines kleinen Werkes bereits das Ziel der Vollkommenheit erreicht habe, dem ich eifrig zustrebe, bin ich mir doch bewusst, dass sich der Umfang des Gebietes, auf welches meine Theorie angewendet werden kann, sehr vergrössert hat, dass die Weite des Blickes in die unendliche Ferne durch meine Theorie klarer geworden ist, und dass eine grosse Menge bis dahin noch in der Luft schwebender Fragen ziemlich sicher gelöst sind. Ich habe neue Gebiete in den Umfang meiner

Studien eingereiht, habe die luftige Hülle der Sonne in ihrem Wesen klarer gestellt, habe die unerklärten Räthsel der neu erstandenen Sterne zu lösen gesucht, und somit manche neue kräftige Stütze für meine Licht- und Wärmetheorie gefunden.

Was die Darstellung anlangt, so habe ich aus den bisherigen vier Abtheilungen deren drei gemacht; in der ersten habe ich die Fundamente meiner Anschauungen in möglichster Klarheit zu entwickeln gesucht, wobei der Entstehung der Sonnenflecke, zu deren Erklärung ich durch die Beobachtung glühender Eisenmassen in meiner langjährigen Thätigkeit als Ingenieur gelangte, ein besonderer Abschnitt gewidmet werden musste. Dabei habe ich auch, einem allgemeinen Wunsche Rechnung tragend, die Theorien über die Natur der Sonne und ihrer Wärmeausstrahlung, welche bis jetzt aufgestellt worden sind, in kurzer Zusammenfassung dargestellt, damit ihnen gegenüber die Nützlichkeit meiner Ansichten erwogen werden kann, ohne dass der Leser gezwungen ist, noch andere Bücher zur Vergleichung zur Hand zu nehmen.

In der zweiten Abtheilung habe ich meine Theorie ausser auf die Sonne noch auf die Kometen und die neu aufleuchtenden Sterne angewendet, um dann in der dritten und letzten Abtheilung das Zodiakallicht in voller Ausführlichkeit zu bebehandeln und zu erklären.

Möge das Werkchen in seiner neuen Gestalt nun seinen eigenen Weg gehen, mögen die klarer ausgearbeiteten Gründe für meine Behauptungen sich die Gunst der Fachgelehrten erringen, damit dies Buch nicht als todtgeborenes Kind still begraben wird, sondern als lebenspendendes Wesen eine Anspornung zum Weiterschaffen auf dem von mir gebahnten Wege giebt.

Magdeburg-Buckau.

Hermann Gruson.

Inhaltsverzeichniss.

Erste Abtheilung.
Wärme und Licht.

Zweite Abtheilung.
Die Himmelskörper.

Dritte Abtheilung.
Das Thierkreislicht.

Verzeichniss der Tafeln.

Erste Abtheilung.

Wärme und Licht.

Erstes Kapitel.

Zur Einleitung.

Ein für die Eindrücke der Naturerscheinungen empfängliches Gemüth muss es wie eine heilige Weihe in seinem Innersten empfinden, wenn das Auge in stiller Nacht sich himmelwärts richtet und der Blick die unermessliche Reihe zahlloser leuchtender Gestirne durchschweift; es erhebt sich alsdann der Geist in freiem Gedankenfluge aus dem Gebiete des endlich begrenzten Raumes zu den unbekannten Welten des Unendlichen und des Unbegrenzten, für deren Grösse die irdischen Dinge keinen Maassstab mehr zu bieten scheinen.

Das Gefühl der Bewunderung steigert sich bis zum höchsten Genuss, welcher die menschliche Brust zu füllen vermag, sobald der Beobachter zur Zeit einer schönen klaren Winternacht sich ins Freie begiebt, wo das sternbesäte Himmelsgewölbe in vollster Pracht und Herrlichkeit sich über seinem Haupte ausspannt. Die feuchten wässerigen Bestandtheile der Atmosphäre sind vor der herrschenden Kälte verschwunden, ihre die Luftschichten verdickenden Einwirkungen haben aufgehört, in unseren nördlichen Zonen der freien Ausschau störende Hindernisse in den Weg zu legen. Unter der gegebenen Bedingung entrollt sich ein Bild von *unbeschreiblicher Gross-*

artigkeit vor den staunenden Blicken, ebenso begeisternd als anregend durch die *überirdische Erhabenheit* des wundervollen Naturschauspieles.

Zwei von einander untrennbare Mittel allein, welche der gütige Schöpfer dem erdgeborenen Sohne verliehen hat, verschaffen dem Gebildeten wie dem Ungebildeten jenen Naturgenuss als Eindrücke der *Wunder des Himmels. Auge* und *Herz* müssen offen stehen, und beide, mit einander vereint, werden niemals ihre Wirkung auf den empfänglichen Laien versagen. Tausende von *himmlischen Erscheinungen* reden die *Sprache der Offenbarung.* Um sie in der ganzen Tiefe der Wahrheit zu erfassen, bedarf es nur jener einfachen Mittel.

Nur mit dem Auge den Himmel zu betrachten und mit hohlen, inhaltsleeren Worten die Namen der flimmernden Lichtfünkchen und deren Gruppierung am Firmamente im Munde zu führen, nach dem Beispiele von Tausenden und Abertausenden, welche in abendlicher Zeit den Blick kaum auf das gestirnte Himmelszelt richten, wäre einseitig; es zeugt von Gedankenleere und Mangel an Empfänglichkeit auf diesem Gebiete der Natur, wie sie der *grossen Masse* eigen ist, sich dem Anblick des Himmels zu verschliessen und die *Wunder des Himmels* unerörtert zu lassen, weil man sie ja doch nicht versteht.

Es ist eine bequeme, aber des denkenden und fühlenden Menschen unwürdige Ausflucht, diese sogenannte Arbeit den Männern von Fach und Beruf zu überlassen und sich mit dem Bewusstsein des eigenen Mangels an Mitteln der wissenschaftlichen Erkenntniss vor sich selbst und der Mitwelt zu entschuldigen. Man überlässt es lediglich dem *Astronomen,* mit seinem Fernrohr und seinen Instrumenten die Sterne zu betrachten, die unendlichen Räume des Himmels zu durchforschen

und die Gesetze der Bewegung und der Lichterscheinungen näher zu bestimmen.

Der Einsichtige erkennt es dankbar an, dass berufene Führer und Lehrer der Wissenschaft sich der Mühe unterzogen haben, auch in allgemein verständlicher Sprache eine grosse Anzahl von Büchern und Leitfäden niederzuschreiben, um dem Laien damit den Eintritt in die Himmelsräume zu öffnen und ihn mit sich fortreissend in die Sternenwelt zu versetzen. Die veröffentlichten Schriften, zu Nutz und Frommen eines jeden gebildeten Menschen, enthalten sich mit Vorsicht der astronomischen Sprache und vermeiden es an den Leser Anforderungen zu stellen, welche nur die tiefere wissenschaftliche Erkenntniss einer streng entwickelten Vorbildung auf dem mathematisch-astronomischen Felde zu begreifen und zu erfüllen vermocht hätte; denn Planeten- und Kometenbahnen zu berechnen, um nur ein einziges Beispiel anzuführen, ist nicht die Aufgabe des Laien, welchem zu solchen Arbeiten weder die Zeit, noch Sternwarten, noch Instrumente, noch Zahlentabellen zu Gebote stehen. Seine Apparate nennt er nur sein *Auge* und sein *Herz,* denen ein *klarer Blick,* ein *gesunder Verstand* und ein *richtiges Urtheil* zur Seite stehen müssen.

Allein mit diesen Hülfsmitteln ausgestattet, war es den ältesten Menschen beschieden, den Himmel für die Erde zu erobern und bereits in den Jahrtausenden vor dem Beginn unserer Zeitrechnung die Grundlage unserer heutigen so ausgebildeten Wissenschaft der Astronomie zu entwerfen. Und diesen ältesten Menschen, deren Namen schon längst durch die Stürme der Weltgeschichte vom Boden uralter Kulturstätten wie Spreu von dem Winde hinweggefegt sind, ihnen leisteten ein unbefangenes Denkvermögen und geübte Beobachtungsgabe die ausgezeichnetsten Dienste.

Nach dem Grundsatze „*theile* und *herrsche*“ begannen sie ihr *Eroberungswerk* am Himmel, zerlegten das Firmament in Regionen, nach den Hauptrichtungen der Windrose, fassten zusammenhängende Sterne in *Gruppen* und *Bilder* zusammen, denen sie bestimmte Namen verliehen, beobachteten die Bewegung, die Auf- und Untergänge der *Sonne,* des *Mondes,* der damals bekannten *fünf Planeten* und hervorragender *Fixsterne* im Laufe eines Monats und eines Jahres, wandten endlich ihre Aufmerksamkeit auf *Sonnen-* und *Mondfinsternisse,* mit einem Worte, sie richteten das gewaltige Gebäude einer *astronomischen Wissenschaft* mit Hülfe von einfachsten und natürlichsten Beobachtungen in der periodischen Wiederkehr der Erscheinungen während eines langen Zeitraumes von Jahrtausenden auf. Das unbewaffnete, durch Uebung scharfe Auge diente ihnen als Fernrohr. Ein von den Eindrücken erfülltes Herz verlieh ihnen die seelische Begeisterung, die selbst ihre Gottheiten in das Himmelsfirmament versetzte und eigenes Schicksal aus den Sternen lesen liess. Die prüfende Beobachtung führte sie zu Zahlengesetzen, deren Gründlichkeit und Schärfe in der Methode wir noch heutigen Tages unsere volle Bewunderung nicht versagen können.

Was die alten Aegypter und neben ihnen in fast noch erhöhtem Maasse die Babylonier auf dem Gebiete der Beobachtung und der berechnenden Astronomie in der beschriebenen Weise mit den einfachsten Mitteln geleistet haben, enthüllen uns in der Gegenwart einerseits die *hieroglyphischen Ueberlieferungen* auf den *Steinwänden* der *Tempel* und *Gräber,* andererseits die *keilschriftlichen Thontafeln* in aller Ausführlichkeit und in einer nicht mehr unverstandenen Sprache. Die wissenschaftliche Forschung unserer Zeit ist zu der Ueberzeugung gekommen, dass die späteren Griechen und Römer

und nach diesen das Volk der Araber das uralte Erbtheil aller astronomischen Erkenntuiss von den vergangenen Geschlechtern an den Ufern des *Nils* und *Euphrats* übernommen und nur weiter ausgebildet haben, ohne im Uebrigen die Grundpfeiler des Himmelsbaues wesentlich zu erweitern.

Und wer waren diese ältesten Beobachter? Der Landmann und der Hirt, welcher seinen Acker baute oder seine Heerde aufs Feld trieb und aus der Bewegung der Sonne und der Gestirne im Jahreslaufe die Jahreszeiten unterschied und wie noch heute vom Himmelszelte seinen Bauernkalender ablas, nächst beiden der Schiffer auf dem Meere, welcher in nächtlicher Zeit aus den Sternen die Kenntniss der Steuerrichtung schöpfte.

Und wir sollten davon abstehen, dem Beispiele der ältesten Menschen zu folgen und unsere Blicke nach dem Sternenhimmel zu richten, weil unsere *Astronomen* der Himmelskunde eine eigene wissenschaftliche Form und Sprache verliehen und unsere Kalender mit ihren astronomischen Angaben die eigene Beobachtung des Firmamentes überflüssig gemacht hätten? Das hiesse die Gleichgültigkeit auf ihre höchste Spitze treiben und freiwillig sich eines Genusses und einer erhebenden Stimmung berauben, wie sie die Natur allein dem Menschen, auch dem unserer Zeit, als versöhnenden Lohn seines armseligen Daseins zu bieten vermag. Es bedarf nicht erst der astronomischen Bildung, um die *Wunder am fernen Sternenzelte* zu begreifen und ihre ganze Pracht und Herrlichkeit zu erfassen, von dem ruhigen Leuchten unserer Planeten an bis zu dem *glitzernden Funkeln* unserer herrlichen *Fixstern-Sonnen* hin, die mit ihrem Strahlenglanze das Himmelsgewölbe schmücken und uns in dem *Aufleuchten neuer Sterne* so wunderbare Räthsel zeigen.

Wenn vor Tausenden von Jahren, wie uns eingemeisselte Inschriften auf den Wänden alter Tempel verrathen, der Anblick des wundervollen Sternbildes des *Orion* die Seele der damals lebenden Menschen an den Ufern des heiligen Nilstromes mit Entzücken erfüllte, wenn der diamantene, in allen Farben schillernde Lichtglanz des *Hundssternes,* des *Sōthis* der alten Aegypter, am südlichen Himmel auf die Beschauer längst vergangener Tage wie berückender Zauber wirkte und die thebanischen Priester zur Zeit *Königs Ramses II.* veranlassen konnte, ihrem Gebieter in den Inschriften an der Decke des Ramesseums bei Qurnah die Worte zuzurufen: „Dein Aufgang für die Menschen gleiche dem des strahlenden Sonnengottes, der dich leuchtend emporsteigen lasse gleichwie das Isisgestirn des Sirius in Himmelshöhe am Frühmorgen des Jahresanfangs“, so hat auch in der Gegenwart der Aufblick zu dem Sternenzelt seine Wirkung auf den Beschauer nicht verloren, wenn Auge und Herz sich zu den ewigen Zeugen der göttlichen Allmacht am Firmamente erheben.

Die Fortschritte der Wissenschaft im Laufe der verflossenen Jahrtausende haben nur dazu beitragen können, die Sehnsucht nach den Sternen in dem Maasse zu erhöhen, als das Fernrohr und die astronomische Forschung uns jene geheimnissvollen Wunder auf dem Wege der Entdeckungen näher geführt hat. Wir haben nicht nur eine tiefere und gründlichere Einsicht in den Bau unseres eigenen Sonnensystems erreicht, welche die gewordene Welt in ihrem Bestehen nach unwandelbaren Gesetzen vor Augen führt; wir sind bis zu der Erkenntniss vorgedrungen, dass der Komet mit seinem „drohenden“ Lichtschweife einen *neuen im Werden begriffenen Himmelskörper* darstellt, dass *Myriaden* von *Sonnen* wie *Staub auf der Milchstrasse lagern,* und dass *Millionen leuchtender*

Sonnenwelten, unserem Auge als Nebelflecke in unendlicher Ferne erscheinend, sich in gewaltige Sonnensysteme, wahrscheinlich wie das unserige, mit Planeten und ihren Begleitern auflösen.

Vertrauend der ewigen Weisheit des grossen Baumeisters, schenken wir der Vorstellung Glauben, dass viele Planeten, welche ihre Kreise um Millionen von Sonnen ziehen, von *lebenden Wesen* wie unsere Erde, von vollkommneren oder unvollkommneren Geschöpfen bewohnt und bevölkert sein müssen. Unsere Einbildungskraft, mehr oder weniger angeregt oder beeinflusst durch das freie Spiel des religiösen oder philosophischen Gedankens, überträgt unsere irdischen Anschauungen und geistigen Eroberungen auf dem Gebiete der praktischen Erkenntniss auf jene unbekannten belebten Wesen der Planeten in jenen *fernsten Nebelflecken* und lässt vielleicht ihr Auge mit noch kräftigeren Refractoren bewaffnet sein, um jenseits und in entgegengesetzter Richtung von unserer Erde in *weitester Himmelsferne* wiederum Nebelflecke, aus zahllosen neuen Sonnen bestehend, zu entdecken.

Die menschliche Sprache reicht nicht aus, um das *Unbeschreibliche* zu beschreiben, denn der Begriff des *Unendlichen* und *Unermesslichen* entzieht sich des sprachlichen Ausdrucks. Es ist kein *blosses Ahnen,* das unsere Brust erfüllt, wenn wir, in Anschauung des *grenzenlosen Weltraumes* versunken, uns zu der Vorstellung erheben, dass nur *eine allmächtige Hand,* nur *ein göttlicher Wille* aus dem urewigen *Chaos*, der *uranfänglichen Schöpfungsmaterie,* den wunderbaren Bau des wohlgeordneten und nach ewigen Gesetzen geleiteten *Kosmos* ins Dasein zu rufen vermochte. Die menschliche Erkenntniss hat die Beweise gefunden, dass diese Welten und Sonnen *geworden* sind, der *Vollendung* als *Gewordenes* entgegenstreben,

niemals der *Vernichtung,* wohl aber einer *Veränderung* anheimfallen.

Wie gross aber auch die Triumphe des menschlichen Geistes sind, mit wie berechtigtem Stolze sich auch gerade unser Zeitalter das naturwissenschaftliche nennen mag, immer ist doch der Weg, welcher noch vor uns liegt, schier unermesslich im Vergleich zu dem, welchen wir bereits zurückgelegt haben. Je weiter unsere Erkenntniss reicht, um so mehr treten neue Fragen auf, um so mehr werden wir uns der Tragweite der noch ungelösten Probleme bewusst, um so mehr erkennen wir unser Wissen als eitel Stückwerk.

Seltsame und räthselhafte Erscheinungen am Himmel waren es, welche vor fast vierzig Jahren meine Aufmerksamkeit auf sich zogen und seitdem meinen Geist beständig beschäftigt haben. Vergebens suchte ich in den Lehrbüchern der Astrophysik, sowie persönlich bei Physikern und Astronomen Belehrung und Aufklärung über die Ursachen, welche den wunderbaren Erscheinungen der Kometen zu Grunde liegen könnten. Zum Theil wurde offenherzig eingestanden, dass man nicht im Stande sei, diese Fragen zu beantworten, zum Theil wurden gewundene und geschraubte Erklärungen gegeben, welche weiter keinen Erfolg hatten und haben konnten, als noch mehr Unklarheit in die Sache hineinzutragen.

Die innere Unruhe, das Gefühl der Nichtbefriedigung, welches mich überkam, wuchs, als ich im weiteren Verfolg der Sache auf gelehrte Deutungen physikalischer Vorgänge stiess, die mit der Erscheinungsform der Kometen zweifellos in Zusammenhang stehen, wie die Ausbreitung von Licht und Wärme im Weltenraum — gelehrte Deutungen, welche der einfachen klaren Anschaulichkeit völlig entbehren und physikalisch unmögliche Annahmen von uns verlangen. Um nur eines zu er-

wähnen: die Wärmestrahlen sollen von der Sonne ausgehend einen kalten Aetherraum, in welchem eine Temperatur von 273 Grad Kälte herrschen soll, bis zu einer Entfernung von 20 Millionen Meilen durcheilen, ohne eine irgendwie merkliche Abkühlung zu erleiden, sondern, auf die Erde gelangend, sollen sie hier noch ihre volle Gluth besitzen und sie der Erde mittheilen können, hier aber merkwürdiger Weise um so mehr, je tiefer sie kommen; die Luft in den höheren Regionen soll erst dadurch etwas Wärme erlangen, dass dieselbe rückwärts von der Erde sich der Luft mittheilt.

Durch diese und ähnliche, zum mindesten höchst seltsame Meinungen wurde ich angetrieben, mir einen eigenen Weg zu suchen, zunächst nur zur Erklärung der merkwürdigen Erscheinungsform der Kometen, welche mich nicht mehr zur Ruhe kommen liess, nachdem ich den schönen *Donati*schen *Kometen* im Jahre 1858 erblickt und längere Zeit hindurch beobachtet hatte. Ich kam in Folge dessen zu einer neuen Anschauung über die Natur der Licht- und Wärmestrahlung, welche mich in den Stand setzt, nicht nur die Erscheinungsform der Kometen, sondern auch eine Reihe anderer Phänomene zu erklären, über deren Ursachen man sich bisher nur unvollkommen oder gar nicht Rechenschaft geben konnte. Freilich weiss ich, dass meine Anschauungen vielfach den herrschenden Anschauungen der Gelehrten widersprechen. Das kann aber kein Grund für mich sein, dieselben zurückzuhalten oder gar aufzugeben; hierzu könnte ich nur bewogen werden, wenn man mir unlogische Schlüsse und *Irrthümer* in den Thatsachen, auf welchen meine *Schlüsse* ruhen, nachweist. Ist das nicht der Fall, so halte ich meine Ueberzeugung gegen Jedermann aufrecht; ich lege sie in den folgenden Blättern dem gelehrten, sowie dem ungelehrten Publicum zur Prüfung vor,

in der sicheren Hoffnung, dass die Wahrheit sich zuletzt doch immer durcharbeitet, wenn auch oftmals erst spät, nachdem ihre ersten Vorkämpfer lange aus dem Leben geschieden sind.

Zweites Kapitel.

Die Natur der Wärme.

Indem ich mich nun zur systematischen Darstellung meiner Anschauungen wende, ist es nicht möglich, überall von den Problemen auszugehen, welche mich zum Nachdenken anregten; ich muss vielmehr umgekehrt von denjenigen Experimenten und Thatsachen ausgehen, durch welche meine *Anschauungen* über die *Natur* der *Wärme* und des *Lichtes* gestützt und geradezu bewiesen werden, um dann später, wenn diese Anschauung dem Leser deutlich geworden ist, sie zur *Erklärung* der *Phänomene* zu benutzen, welche für meine Gedankenbildung bestimmend waren.

Ich beginne daher mit den Erfahrungen, welche ich in meiner *praktischen Thätigkeit* als *Ingenieur* gesammelt habe.

In meiner Eisengiesserei, beiläufig der *grössten der Welt*, habe ich stets mit gewaltigen Massen glühend flüssigen Eisens zu thun gehabt. Mengen bis zu 3000 Centnern, in einem einzigen Raume, dem sogenannten *Sumpf*, gesammelt, gehörten dabei nicht zu den Seltenheiten. Die Sammelbassins dieses Namens besassen eine Länge von 4 bis 5 Metern, eine Breite von 1 Meter und je nach der Menge des anzusammelnden flüssigen Eisens eine verschiedene Tiefe, die bis zu 0,75 Meter betrug.

Die Masse des Eisens war für die Herstellung von *Panzer-*

platten bestimmt. Um diesem Zwecke möglichst vollkommen zu genügen, war es vor allen Dingen nothwendig, für die Güsse aller Platten genau dieselbe Temperatur des flüssigen Eisens herzustellen. Die Masse des geschmolzenen Eisens, welches die *kolossalen Gussstücke* bilden sollte, die, nach ihrer Vollendung aneinandergepasst, *ein Ganzes* darstellen mussten, durfte auch im flüssigen Zustande keine Temperaturverschiedenheiten zeigen und musste in schnellster Weise, durch mächtige grosse Eingüsse, in einer Zeit von 30 bis 40 Sekunden in die Gussform gelangen.

Wie ich die mir gestellte Aufgabe löste, um der geforderten Bedingung gerecht zu werden, das möge die ausführliche Beschreibung des ganzen Verlaufes der Schmelzung des Eisens dem Leser veranschaulichen.

In zwei, drei mächtigen Kupolöfen, von denen jeder in der Stunde 150 bis 200 Centner flüssiges Eisen lieferte, wurde Coke und Roheisen lagenweise aufgeschichtet. Ein kräftiges Gebläse führte durch ungefähr 90 Centimeter von der Sohle des Ofens entfernte, entsprechend grosse Oeffnungen, Düsen genannt, gepressten Wind in das Innere des Ofens, wo durch die Verbrennung des Cokes eine Temperatur von ungefähr 2000 Grad erzeugt wurde. Damit die vor den Düsen sich ansammelnde Schlacke abgestossen werden kann, muss sich nach aussen hin ein klappenartiger Verschluss befinden, durch welchen diese Manipulation vorgenommen wird. In diesen Klappen selber sind behufs Beobachtung des schmelzenden Eisens Löcher angebracht, welche mit farbigen Gläsern verschlossen sind, damit man ungefährdet in die weisse Gluth der brennenden Cokes sehen kann. Die Beobachtung zeigt, dass die Masse des schmelzenden Eisens in grossen Mengen tropfenweis von weissglühendem Cokestück zu Cokestück fällt, sich trennt

und wieder vereint. Das *geschmolzene Eisen* sammelt sich auf dem *Herde* des *Ofens.* Sobald man annehmen kann, dass dasselbe in genügender Masse vorhanden ist, wird es durch eine Oeffnung, die nur mit einem Thonpfropfen geschlossen war und mittels eines spitzen runden Eisens wieder geöffnet wird, in die Abstichrinne abgelassen, um seinen Weg nach einem cylindrischen Gefässe, dem sogenannten *Sammler,* zu nehmen, der im Stande ist, 700 bis 800 Centner geschmolzenen Eisens in sich zu fassen; auf jeder Seite des vorher beschriebenen Sumpfes befindet sich ein solcher Sammler. Sind beide Gefässe gefüllt, so wird aus jedem durch Entfernung eines mächtigen eisernen Pfropfens die Masse in den Sumpf abgelassen, in welchem sich die beiden Ströme auf das Innigste vermischen. Fortdauernd wird durch die Sammler das aus dem Ofen abgestochene Eisen so lange dem Sumpfe zugeführt, bis die gewünschte Menge der glühenden Eisenmasse vollständig vorhanden ist. Wie ich nachher an dem Guss eines Stabes näher begründen werde, kommt es sehr genau darauf an, dass die Temperatur des zu verarbeitenden Eisens bei den verschiedenen Gussstücken unveränderlich die gleiche ist. Der mit der Leitung des Processes vertraute Meister erkennt an gewissen Zeichen, sobald der richtige Moment des Gusses eingetreten ist. Vor allem muss bei den Formstücken, z. B. bei Panzerplatten, bei denen die untere Form aus einer gusseisernen Schale, der Coquille, besteht, wenn dieser durch die Form bestimmte Raum mit glühendem Eisen ausgefüllt wird, sehr genau auf die Gleichmässigkeit der Temperatur desselben geachtet werden, weil im Gegenfalle, wenn das Material noch zu warm ist, zu grosse Nachtheile eintreten können.

Befindet sich das Eisen in dem Sumpfe noch in einem höheren Wärmegrade, so geschieht die nothwendige Abkühlung

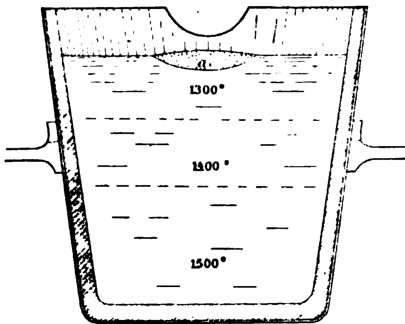
auf dem schnellsten Wege dadurch, dass man kaltes Roheisen auf die Oberfläche der flüssigen Masse wirft. Durch Aufnahme der Wärme werden die Stücke zum Schmelzen gebracht, und das dazu nothwendige Wärmequantum wird der grossen flüssigen Masse entzogen.

Nur von den wenigsten Ingenieuren wird hierbei eine Beobachtung in Bezug auf ein ganz eigenthümliches Phänomen gemacht, welches einzig in seiner Art dasteht. Das auf die *glühende Masse* geworfene *kalte Eisen* müsste eigentlich, weil es sich in seinem dichtesten Zustande befindet, in dem durch die Wärme ausgedehnten, also specifisch leichteren, flüssigen Eisen zu Boden sinken. Die Erfahrung und Beobachtung zeigt aber, dass *das kalte Eisen im Gegentheil auf dem flüssigen schwimmt.* Es muss mit eisernen Stangen untergetaucht werden und kehrt mit *verhältnissmässiger Energie* wieder an die Oberfläche zurück und schwimmt auf derselben, indem es mit einem Theile seiner Masse aus dem flüssigen Eisen herausragt.

Ueberlässt man eine Pfanne, welche mit glühendem Eisen angefüllt ist, sich selber, so wird dasselbe zuerst an der Oberfläche erkalten und fest werden; hier strahlt die Wärme in die Luft aus, während die grösste Wärme sich auf dem Boden der Pfanne befindet und die Erkaltung langsam von oben nach unten vordringt. Will man daher ein gleichmässig temperirtes Eisen zur Herstellung von Gusswaaren besitzen, so ist man genöthigt, mit eisernen Rührapparaten das untere wärmere und ausgedehntere Eisen mit dem oberen kälteren beständig zu mischen. In der umstehend gezeichneten Pfanne *(Figur 1)* befindet sich eine Masse flüssigen Eisens, welches beim Abstich zu warm befunden wurde. Auf die Oberfläche desselben ist daher ein Stück Roheisen *a* mit einem specifischen Gewicht 7 geworfen. Es schwimmt auf der flüssigen Eisen-

masse von 1300 Grad, während auf dem Boden der Pfanne sich flüssiges Eisen von noch höherer Temperatur, bis ungefähr 1500 Grad, befindet. In den Kupolöfen sammelt sich das heissere Eisen auf der Sohle des Herdes. In den Flammenöfen, die ausserdem häufig zum Schmelzen grosser Eisenmassen benutzt werden, streicht die schmelzende Flamme, von verbrennenden Kohlen erzeugt, *über* das Eisen fort. Auch in diesen Oefen sammelt sich das wärmere, leichtere Eisen auf der Sohle, wodurch es zugleich sich erklärt, dass die kleine Abstichöffnung sowohl des Kupol- als auch des Flammenofens immer leicht geöffnet werden kann, aus dem einfachen Grunde, weil stets warmes Eisen die Röhre ausfüllt und dadurch eine Erstarrung in der Abstichöffnung vermieden wird.

Figur 1.



Zur Erklärung der merkwürdigen Thatsache, dass das Eisen sich so schichtet, dass das heisseste sich unten befindet und das kalte feste oben schwimmt, wie es *Figur 1* andeutet, liegt es zunächst nahe, dem Eisen in seinem Verhalten eine Abweichung von den übrigen Körpern zuzuschreiben, der Art, dass es sich mit zunehmender Wärme nicht ausdehnt, sondern zusammenzieht und also dichter, specifisch schwerer wird. Ein solches Verhalten wäre nicht einzig in der Natur. Wir wissen ja, dass das Wasser bei 4 Grad ein Dichtigkeitsmaximum hat, dass es also auch, falls es nur unterhalb 4 Grad bleibt, mit zunehmender Erwärmung dichter wird. Denken wir uns in *Figur 1* das Gefäss mit Wasser statt mit Eisen gefüllt, und

ersetzen die Zahlen 1500, 1400 und 1300 Grad der Reihe nach durch die Zahlen 4, 3 und 2 Grad, so wird, wenn *a* statt eines Stückes festen Eisens ein Stück Eis darstellt, die Schichtung ganz dieselbe bleiben. Während aber hier das wärmere Wasser in der That das specifisch schwerere ist, ist das bei dem Eisen nicht der Fall, wie folgende Thatsachen beweisen.

Der Tischler muss von einem Gegenstande, der in Gusseisen ausgeführt werden soll, zuvor ein Modell anfertigen, aber, wohl gemerkt, nicht in der Grösse, welche der gegossene Gegenstand in Wirklichkeit haben soll, sondern in einem etwas grösseren Maassstabe. Der Grund dafür ist einfach der, weil der mit Hülfe des *Modells* in *Sand* geformte Raum mit einem durch Wärme ausgedehnten Material gefüllt werden soll. Der Tischler arbeitet deshalb sein Modell mit einem Maassstabe, dem sogenannten *Schwindemaass,* welcher statt 1 Meter 1,008 Meter lang ist. Das nach einem solchen Maassstabe gefertigte Modell wird nun in Sand eingeformt und der in demselben verbleibende Raum, nachdem das Modell aus dem Sande entfernt ist, mit flüssigem Eisen ausgefüllt unter der natürlichen Voraussetzung, dass die Temperatur des Eisens so gewählt werde, dass es im erkalteten Zustande die richtige Grösse einnehme.

Es wird uns z. B. die Aufgabe gestellt, Stäbe von 1 Meter Länge zu giessen. Der zu diesem Zwecke angefertigte Modellstab ist nach dem obenerwähnten Schwindemaass also nicht 1 Meter lang, sondern 8 Millimeter länger. Dieses Modell wird nun zu unserem Experimente mehrere Male in Sand abgeformt, alle Formen sind von gleicher Länge. Wird die Form Nr. 1 mit Eisen ausgefüllt, das bei einer Temperatur von etwa 1500 Grad Wärme direkt aus dem Ofen kommt, so wird der Stab,

nach seiner vollständigen Abkühlung aus der Form herausgenommen, um 3 Millimeter kürzer sein als 1 Meter. Ein Stab Nr. 2, aus Eisen gegossen, welches eine Temperatur von nahe 1200 Grad besitzt, zeigt nach seiner Abkühlung die richtige Länge. Ein Stab Nr. 3 endlich, aus Eisen gegossen, welches sehr abgekühlt und dem Erstarren nahe ist, besitzt im erkalteten Zustande eine Länge von 3 Millimetern über 1 Meter hinaus. Aus diesen drei Beispielen geht mit unwiderleglicher Sicherheit hervor, dass das heissere Eisen, welches den kürzesten Stab gab, die grösste Ausdehnung besessen hatte, und also das Volumen einer Eisenmasse um so grösser wird, je höher die Temperatur derselben steigt.

Es findet bei dem Eisen also thatsächlich eine *Schichtung in der umgekehrten Folge des specifischen Gewichtes* statt.

Eine Erklärung für diese *merkwürdige Thatsache,* dass der *dichtere, specifisch schwerere Stoff* auf dem *ausgedehnten, leichteren schwimmt,* finde ich nur in der Annahme, dass die Wärme in diesem Falle als eine *Kraft* auftritt, welche fähig ist, das kältere Eisen zu tragen. Wir müssen annehmen, dass in dem heissen Eisen mehr Wärme steckt, als zum Schmelzen des festen nothwendig ist, und dass der grosse *Ueberschuss von Wärme als Kraft wirkt,* welche im Stande ist, dem Druck der über ihm liegenden Theile des flüssigen, nicht so warmen Eisens und des festen kalten Eisens das Gleichgewicht zu halten.

Dass diese Anschauung eine physikalisch mögliche, wie mir scheint, die einzig mögliche Aufklärung der wunderbaren Thatsache giebt, ist leicht ersichtlich. Zunächst ist allgemein bekannt, dass durch Arbeit Wärme erzeugt werden kann. Jedermann kann die Erfahrung machen, wenn er mit dem Finger über eine Tischplatte fährt, dass derselbe durch die

Arbeit der Reibung warm wird, oder wenn er sich im Winter die Hände durch Reiben erwärmt. Wer als Knabe mit der Laubsäge gearbeitet hat, weiss, dass die feine Säge sich durch die fortgesetzte Reibung so sehr erhitzt, dass man sie nicht anfassen kann, ohne sich zu verbrennen. Warum soll aber nicht auch umgekehrt die Wärme dazu dienen können, uns Arbeit zu leisten, also als eine Kraft auftreten können? Thatsächlich geschieht dies auch in vielen Fällen. Bei allen unseren Dampfmaschinen ist es in letzter Instanz doch die bei der Verbrennung der Kohle gewonnene Wärme, welche die Kraft zur Arbeitsleistung der Maschine vorstellt. Auch wenn wir in der Natur um uns blicken, sehen wir vielfach die Wärme als Kraft auftreten. So zeigt sie sich in dem allbekannten und sehr einfachen Beispiele eines Papierballons, der an seinem unteren Ende eine grössere Oeffnung mit einem leicht brennenden, an einem Draht befestigten Stoffe besitzt, sobald nach seiner Anzündung die Luft im Innern des Ballons erwärmt und ausgedehnt wird. Der Inhalt des Ballons, d. h. die eingeschlossene Luft, mischt sich mit der von dem verbrennenden Stoffe erzeugten Wärme, die Luft, wie man sagt, wird durch die Wärme verdünnt, und die verdünnte Luft vermag den Ballon bis in die Regionen der Wolken hinaufzuführen. Dabei muss aber die verdünnte Luft dem Drucke der äusseren Atmosphäre Widerstand leisten; weil sie in ausgedehntem Zustande dünner, leichter als die umgebende Luft ist, stürmt die äussere Luft auf sie ein, und die verdünnte Luft würde ohne die Kraft der Wärme wieder zusammengepresst werden und nicht im Stande sein, himmelwärts zu streben. Die Kraft der Wärme allein bringt den Ballon zum Steigen, dieselbe Wärme, welche an die Luft sich bindet.

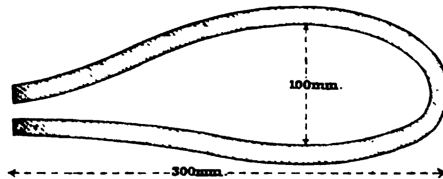
Ein ferneres Beispiel bieten unsere Schmiedewerkstätten,

wo wir genöthigt sind, das Eisen, dem wir unter dem Hammer eine andere Form geben wollen, in einen anderen, weicheren Aggregatzustand zu versetzen, in welchem es der von aussen eindringenden Gewalt des Hammers weniger Widerstand entgegensetzt, weil es dem Schmelzpunkt nahe gebracht und weich geworden ist. Mit anderen Worten, das zu bearbeitende Eisen muss in einen glühenden Zustand versetzt werden, entweder in dem offenen Feuer der Schmiedeesse, oder in besonders dazu construirten Schweissöfen. Der letztere stellt einen grossen Raum dar mit einer besonderen Rostfeuerung. Der durch starken natürlichen Zug beschleunigte Verbrennungsprocess von Gasen der Steinkohle erzeugt eine sehr intensive Wärme, die sogenannte Schweisshitze, von welcher der Raum erfüllt ist. Schwere Schiebethüren verschliessen die Oeffnung an der Seite, durch welche das zu erwärmende Eisen in das Innere eingeführt wird. In diesen Oefen herrscht eine Temperatur von 1800 bis 2000 Grad, eine ganz ausserordentliche Wärme, in der die zu bearbeitenden Eisen- oder Stahlbarren bis auf ungefähr 1500 bis 1600 Grad erhitzt werden. — Die durch Verbrennung der Kohle erzeugten weissglühenden Gase sind also eine Zusammensetzung von Wärme, die an eine bestimmte Menge Luft gebunden ist. Gase und Hitze bilden also ein Gemisch von Luft und Wärme. Indem der nicht durch Verbrennung verzehrten Luft so viel Wärme mitgetheilt wird, wird sie ausgedehnt, und zwar sehr bedeutend bei so hohen Temperaturgraden. Trotz der grossen Ausdehnung steht aber das Gemisch von Luft und Wärme mit der äusseren Luft im Gleichgewicht. Wäre dies nicht der Fall, so würde die äussere Luft sofort in die Flamme eintreten und das Gleichgewicht wieder herstellen.

Um mich zu überzeugen, wie weit die Luft von der

Wärme in einem solchen Ofen ausgedehnt ist, und welche Kraft die Wärme dabei zu entwickeln hatte, um das Gleichgewicht mit der äusseren Luft herzustellen, liess ich eine eiserne Flasche von nachstehender Form *(Figur 2)* anfertigen, deren Hals offen war, sie in den Flammofen, aus welchem Stahl ausgeschmiedet wurde, hineinlegen und fortwährend in Bewegung erhalten, damit sie annähernd die Temperatur des Schweisseisens annehmen musste. Als dieselbe nun diese Temperatur erreicht hatte, also ungefähr die Schweisstemperatur von circa 1500 Grad, konnte ich annehmen, dass auch das Innere der Flasche mit derselben Mischung von Luft und Wärme angefüllt sein müsse wie der ganze innere Raum des Ofens selber. Hierauf verschloss ich die Oeffnung der Flasche noch innerhalb des Ofens, indem ich mit einer Schmiedezange ihren in weichem Zustande befindlichen Hals zukniff. In der Flasche befand sich also Luft und Wärme eingeschlossen in demselben Mischungsverhältniss wie im Ofen, einer Mischung, welche im vollkommenen Gleichgewicht mit der äusseren Atmosphäre stand. Ich liess darauf die Flasche erkalten; es musste nach allmählicher Abgabe der Wärme durch Ausstrahlung noch so viel Luft in der Flasche eingeschlossen sein, dass sie, auf 1500 Grad erwärmt, im Gleichgewicht mit dem Druck der äusseren Atmosphäre gestanden hätte.

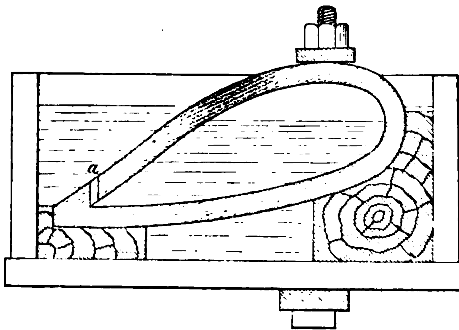
Figur 2.



Nach ihrer Abkühlung wog diese Flasche 798 Gramm. In einem Holzkasten, der mit Quecksilber angefüllt war, ward dieselbe, wie *Figur 3* es zeigt, befestigt und mit einem kleinen

Bohrer unter dem Niveau des Quecksilbers bei *a* angebohrt. Durch die entstandene Oeffnung floss so viel Quecksilber in die Flasche hinein, wie früher Wärmetheile in derselben waren, und bis die eingeschlossene Luft wieder die Dichtigkeit der umgebenden Luft angenommen hatte. Die mit Quecksilber und Luft gefüllte Flasche wurde aufs Neue gewogen; sie ergab ein Gewicht von 2458 Gramm; es waren danach 2458 — 798 Gramm oder 1660 Gramm Quecksilber in der Flasche enthalten. Hierauf wurde nun der übrige Raum, der von Luft eingenommen war, also die ganze Flasche mit Quecksilber gefüllt, wobei sich ein Gewicht von 3010 Gramm ergab. Das Gewicht der Flasche 798 Gramm davon abgezogen, ergab für die eigentliche Füllung 2212 Gramm. Die erste Füllung hatte 1660 Gramm ergeben, danach hatte der Raum, der früher von Luft eingenommen gewesen war, mit Quecksilber gefüllt ein Gewicht von 2212 — 1660 = 552 Gramm. Der Raum, den dies Quantum Quecksilber eingenommen hatte, mit Wärme gemischt, war der Luftinhalt der Flasche im Schweissofen gewesen. 552 durch 2212 dividirt, entsprach daher dem Raume der Luft im Verhältniss zum ganzen Inhalt; dies giebt 0,249 oder $^1/_4$, so dass demnach der ganze Inhalt der Flasche aus $^1/_4$ Luft und $^3/_4$ Wärme bestanden hatte. Die an die Luft gebundene Wärme war mithin als Kraft aufgetreten, die im Stande war, die Luft, welche nur eine Quecksilbersäule von 760 : 4 =

Figur 3.



190 Millimeter Barometerstand repräsentirte, so auszudehnen, dass die Mischung einer Quecksilbersäule von 760 Millimeter das Gleichgewicht hielt.

Wären wir im Stande, die Hitze noch immer weiter zu steigern, so würde sich die in der Flasche bei grösserer Hitze enthaltene Luft auf immer weniger reducirt haben, so dass schliesslich ein *Minimum* von Luft in Verbindung mit *ausserordentlich viel Wärme* genügen würde, um dem Druck der äusseren Atmosphäre das Gleichgewicht zu halten. Die Temperatur, bei welcher dies stattfindet, bei der also die in der Flasche enthaltene Luft auf ein solches Minimum herabgesunken wäre, dass man von einem luftleeren Raum sprechen könnte, will ich auf etwa 3000 Grad annehmen. Meine Zahlen machen natürlich nicht Anspruch auf absolute Genauigkeit, sondern sollen nur annähernde Werthe sein. Ich wähle diese Zahl, weil nach den Experimenten der Physiker sich ein Luftvolumen von 0 Grad bei der Erhitzung um je einen Grad um $^1/_{273}$ des ursprünglichen Volumens ausdehnt; dann würden zur Ausdehnung um das zehnfache Volumen 2730 Grad erforderlich sein. Bei dieser Temperatur würde also nur ein ganz geringer Theil der ursprünglich in der Flasche enthaltenen Luft dieselbe ganz anfüllen, so dass sie sich bei der hernach unter Quecksilber vorgenommenen Anbohrung so gut wie ganz mit Quecksilber gefüllt hätte. Fügen wir noch einmal 273 Grad hinzu, so erhalten wir in runder Zahl 3000 Grad und können sagen: Eine Temperatur von 3000 Grad genügt, um eine Luft- und Wärmeverbindung herzustellen, bei welcher ein Minimum von Luft, ein fast luftleerer, aber stark mit Wärme erfüllter Raum, auf der Erde dem Druck der äusseren Luft das Gleichgewicht hält.

Drittes Kapitel.

Die Sonne und ihre Wärme.

Aus der vorgetragenen Ansicht über die Natur der Wärme folgen nun sofort *Eigenthümlichkeiten* in der *physikalischen Constitution der Sonne,* welche den Forschern bisher entgangen sind, obwohl gerade sie geeignet sind, ein helles Licht auf die *Probleme* zu werfen, welche die Sonne betreffen.

Die Sonne schwebt im *Raum,* in einem dunklen und kalten Aetherocean. Die *Materie* desselben ist so ausserordentlich fein, dass von einem sogenannten *Aetherstoffe* füglich nicht die Rede sein kann. Würde man von der Voraussetzung einer dichteren Materie ausgehen, so müssten fortgesetzte genaue Beobachtungen der Planeten, die sich, umgeben von atmosphärischen Hüllen, mit rasender Geschwindigkeit auf ihrem Wege um die Sonne bewegen, eine Abplattung der Atmosphäre nach der Richtung ihres Laufes durch den Weltenraum, sowie eine Aenderung der Umlaufszeit feststellen lassen. Beides ist in keiner Weise der Fall.

Die Strahlen der Sonne erfüllen die *irdische Atmosphäre* mit *Licht,* welches die dunkle Nacht über uns erhellt. Das Licht erzeugt das schöne Blau, in welchem der Himmel über unserem Haupte prangt, aber es schenkt auch der grünen Flur unter unseren Füssen den prangenden Farbenschmuck, und wohin es dringt, sprosst Leben und Gedeihen, und alle Wesen empfinden die Freude des Daseins.

Kann es deshalb Wunder nehmen, dass fast sämmtliche Völker des Alterthums in der *Sonne* allein den *Urquell alles Lebens,* den *Urheber* der schöpferischen Kraft erkannten und der Königin des Tages als *höchster Gottheit* Tempel bauten,

Opfer errichteten und durch Gebete huldigten, und bis in die Gegenwart hinein hochgebildete Parsi in Indien und im Lande Iran durch einen uralten, übererbten Feuerkult an den Ufern des Ganges der Sonne ihre Verehrung bezeigen, oder wenn in den persischen Städten die auf- und untergehende Sonne noch heute täglich mit Tanz, Posaunenschall und Paukenschlag begrüsst wird?

Aber diese Sonne, das leuchtende und wärmende Tagesgestirn, ist in Bezug auf ihr innerstes Wesen ein bis zur Stunde unerklärtes Räthsel geblieben. Die Lehren und Ansichten über ihre Natur, wie sie von älteren Zeiten an von gelehrten Physikern entwickelt worden sind, offenbaren bei einer selbst oberflächlichen Vergleichung die grössten Abweichungen und Verschiedenheiten unter sich, so dass von einer Klarheit noch gar keine Rede sein kann.

Zur besseren Orientirung für den Leser will ich die hauptsächlichsten Ansichten, welche seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts bis auf unsere Tage über die Natur der Sonne entwickelt sind, in kurzen Umrissen anführen. Im Wesentlichen werde ich dabei einer lesenswerthen Abhandlung folgen, welche Herr *F. K. Ginzel* im. 5. Jahrgang der Zeitschrift „Himmel und Erde" veröffentlicht hat.

Ich beginne mit zwei Namen, von deren Ruhm die Mit- und Nachwelt erfüllt war und erfüllt sein wird: *Laplace* und *Kant.* Sie waren wohl die ersten, die es wagten, vom wissenschaftlichen Standpunkte aus ihre eigenen *Theorien* über die Sonne aufzubauen. Danach wären die Planeten von dem luftförmigen Körper einer ungeheuren Nebelmasse durch Abstossen der äusseren schwersten Theile gebildet, wogegen die leichteren und flüchtigeren Theile sich als flammende Stoffe auf den *Centralkörper* gestürzt hätten. Die Sonne wäre somit ein

Gestirn, welches den leuchtenden Stoff von aussen her erhielte und auch jetzt noch dadurch leuchtend erhalten würde.

Nach *Kant* sähe man auf der Sonne „weite Feuerseen, die ihre Flammen gegen den Himmel erhöben, beobachte rasende Stürme, welche über die Ufer hinweg die höheren Gegenden mit Feuer überschwemmten, bald abgebrannte Felsen, die aus flammenden Schlünden ihre furchtbaren Spitzen hervorstreckten und deren Ueberfluthung und Entblössung von wallendem Feuer abwechselnd die Sonnenflecke zur Erscheinung brächte oder verschwinden liesse, dicke Dämpfe, die das Feuer erstickten, flammige Regengüsse u. s. w.“ Um ein solches Feuer und eine so grosse Hitze, wie unsere Sonne sie entwickelt, zu erzeugen, wäre es nach den modernen Physikern nothwendig, 1500 Pfund Kohle täglich auf je einen Quadratfuss Sonnenoberfläche zu verbrennen.

William Herschel, gegen den Schluss des vorigen Jahrhunderts, fühlte sich bewogen, in Folge seiner Beobachtungen von Sonnenflecken folgende Theorie aufzustellen. Zunächst dachte er sich den festen *dunklen Sonnenkörper* nach allen Seiten hin umgeben von einer *gasförmigen, durchsichtigen Atmosphäre,* ähnlich unserer irdischen. Aber innerhalb dieser allgemeinen Atmosphäre nahm er *zwei* davon wesentlich verschiedene *Schichten* an, die er als von lockerem Zusammenhange, wolkenähnlich, beschreibt, die eine, äussere, ausserordentlich leuchtend, die *eigentliche Lichthülle,* die *Photosphäre der Sonne,* die andere darunter dunkel oder doch nur durch Reflex schwach beleuchtet. Die Erklärung der Sonnenflecke nach dieser Theorie war eine einfache.

Lassen wir durch irgend welches stürmische Ereigniss in den beiden wolkigen Schichten einen Riss, eine Oeffnung entstehen, ähnlich etwa den Aufklärungen in unserer irdischen

Wolkenhülle, so wird das Auge des Beobachters durch diese Oeffnung hindurch sowohl ein Stück der dunklen Sonnenfläche, als rings um dieses einen Theil der schwach erleuchteten unteren Wolkenschicht erblicken. Da haben wir Kern und Hof des Sonnenfleckes.

Man kann sich denken, wie vielfach die Astronomen sich in Muthmaassungen über die Natur jener Vorgänge in der Sonnenatmosphäre erschöpften, welche das Zerreissen jenes doppelten *Wolkenschleiers* oft auf so ungeheuren Strecken zur Folge haben. *Herschel* selbst hat eine Lösung des Problems versucht, aber sie beruht weder auf Thatsachen, noch erschöpft sie die Erscheinungen. Von dem Sonnenkörper selbst, sagt er, steigen zuweilen *gewaltige Gasmassen* auf, ähnlich den Dämpfen, welche wir aus unseren Vulkanen aufsteigen sehen. Wenn diese Gasmassen sich nun in die Sonnenatmosphäre erheben, so brechen sie sich durch jene Wolkenschichten gewaltsam Bahn, und die dadurch erzeugten Oeffnungen werden natürlich um so breiter, je mehr das Gas sich in Folge des verminderten Druckes in der Höhe ausdehnt und verbreitet. Daraus erklärt sich, dass die Oeffnungen in der oberen eigenthümlichen Lichthülle gewöhnlich breiter sind als in der unteren dunklen und uns daher beträchtliche Theile der letzteren als Höfe sichtbar werden lassen.

Man muss zugeben, dass diese Erklärung *Herschels* sehr sinnreich ist, und die berühmtesten Astronomen haben sie jahrelang angenommen. Leider klebt ihr nur der eine Fehler an, dass sie physikalisch ganz unzulässig ist. In der That müsste es eine seltsame Wolkenschicht sein, welche die ungeheure Gluthmasse, die von der Sonnenumhüllung ausstrahlt, so vollständig absorbirte, dass auch kein Strahl auf den inneren, kalten Sonnenkern fiele, trotzdem die Flecke Gelegenheit

genug bieten, um auch der dunklen Sonnenoberfläche Hitze zuzuführen.

Nach den Berechnungen der Physiker strahlt die Sonne jährlich so viel Wärme aus, als der Verbrennungswärme von neunzig Kugeln gleichkommt, wenn deren jede der Erdkugel an Grösse gleich wäre und aus bester Steinkohle bestände. Daher muss man zugeben, dass es physikalisch unmöglich ist, eine Wolkenschicht anzunehmen, welche, unmittelbar unter jener Gluthhitze der Photosphäre befindlich, seit Myriaden von Jahren die Strahlen dieser Hülle abhalten soll, auf den Sonnenkörper selbst zu fallen. Nehmen wir aber die schützende Wolkendecke nicht an, so fällt die *Herschel*sche Theorie in sich selbst zusammen, und der eigentliche Sonnenkörper kann nicht dunkel und auch nicht fest sein.

Ich habe diese Theorie des Sonnenkörpers so ausführlich mitgetheilt, weil sie zu der Zeit noch die herrschende war, als ich 1858 nach der Beobachtung des schönen *Donati*schen Kometen meine *eigene Theorie* zu entwerfen begann, welche in ihrem Hauptpunkte, der Annahme eines *ausserordentlich glühend heissen Zustandes* des *Sonnenkörpers* selbst, ein Jahr später durch die *Spectralanalyse* ihre Bestätigung fand.

Es ist das grosse Verdienst von *Kirchhoff*, durch die im Verein mit *Bunsen* begründete Spectralanalyse die bis dahin allgemein gültige *Herschel*sche *Sonnentheorie* umgestossen zu haben. Aus der Theorie der Spectralanalyse folgerte der Heidelberger Physiker, dass der eigentliche Sonnenkörper sich im *höchsten Grade* der *Gluth* befindet und von einer weniger heissen Hülle umgeben ist, die indess noch immer eine Temperatur von solcher Höhe besitzt, dass zahlreiche auf der Erde vorkommende feste Körper sich in ihr als glühende Gase befinden.

Den verschiedenen Anschauungen über die Natur der Sonne reihen sich ebenso verschiedene Ausführungen über die Möglichkeit an, dass die Sonne die Wärme, welche sie ausstrahlt, wenigstens zum Theil wieder ersetzt.

Ein Arzt, Herr *Robert Mayer,* entwickelte eine Theorie, die in der nachstehenden Betrachtung ihre Begründung finden sollte: Da fallende Körper bei ihrem Aufschlag auf beispielsweise die Erde ihre Bewegung einbüssen, so geht die letztere auf die kleinsten Theilchen des Körpers über und erzeugt durch den Stoss des Aufschlages Wärme. *Mayer* erkennt in den Millionen von Meteoriten, welche aus dem Weltraum unaufhörlich auf die Sonne stürzen, die Quelle der Erhaltung der Sonnenwärme. Er meint, dass ein solcher Körper, welcher mit 450 Kilometern Geschwindigkeit in der Sekunde den Sonnenkörper erreicht, eine ungeheure Temperatur erzeugen müsse, und findet es durchaus natürlich, dass in dieser Weise die Quelle für die Wärmeproduction der Sonne zu suchen sei.

Andere Gelehrte behaupten, dass die Sonne in sich selbst die Bedingungen trage, unter denen sie über Millionen von Jahren hinaus Licht und Wärme liefern könne. Herr *von Helmholtz* findet in der allmählichen Contraction der Sonnenmasse, in dem Kleinerwerden ihres Körpers — allerdings alle hundert Jahre nur um 60 Kilometer — die *Quelle* des Lichtes und der Wärme, lässt es jedoch unerklärt, wo und wie sich ein solcher Körper zusammenziehen soll. Das könnte allein durch Verlust von Wärme geschehen, denn nur in dem Falle, dass die Sonne eine Abkühlung erleidet, kann sie, wie wir das auch am Eisen und anderen Körpern beobachten, sich verkleinern. Sie *soll* aber ihre Wärme behalten und nicht schon in fünf Millionen Jahren die Hälfte ihres Volumens zugesetzt haben.

Herr *William Siemens,* der jüngere Bruder des bekannten

Werner von Siemens, erkennt in der Sonne vollständig einen *Regenerirofen* und zwar allerbester Construction, da er in solchen Oefen für die Schmelzung von Stahl, Glas und anderen Stoffen in der Praxis lebte und webte. Er hält die fortwährende *Wärmeausstrahlung* in *den Aether* ohne regelmässigen Wiederersatz in der Natur für unmöglich, weil unökonomisch, und meint, die Sonne möge wohl auf irgend eine Weise im Stande sein, aus sich selbst den schliesslich zum Bankerott führenden Verlust zu decken. Die sogenannte *Regenerativtheorie* der Sonne, die er zur Erklärung vorschlug, stützt sich auf das Vorkommen von Wasserdampf und Kohlenstoffverbindungen im Weltenraume. Diese Materien werden vermöge der rotirenden Bewegung der Sonne von den Sonnenpolen aus in ununterbrochenem Kreislaufe nach dem Aequator getrieben und geben ihre Energie in Gestalt von Licht und Wärme ab. Vom Aequator in den Weltenraum geschleudert, trennen sie sich als weiter nicht verbrennbare Stoffe von der Sonne. Kohlenstoff und Wasser können aber durch die Sonnenstrahlen zerlegt werden. Bei der Trennung der Theilchen erlangen diese wieder eine neue Energie und werden fähig, sich unter Licht- und Wärmeproduction zu vereinigen. Durch den Einziehungs- und Fortschleuderungsprocess auf der Sonne und der damit in Verbindung stehenden Zerlegung und Wiedervereinigung der Materie arbeitet der Sonnenkörper im steten Kreislauf und verlängert in dieser Weise das Bestehen seiner Energie bis in die fernsten Zeiten hin. Das ist eine Sonnentheorie *vom Jahre 1885* nach der Darstellung eines bekannten, tüchtigen Physikers.

Ritter betrachtet seinerseits die Sonne als eine *Gaskugel* und sieht in der Entwickelung der Wärme das Ergebniss des sich jährlich um 92 Meter vermindernden Halbmessers. Die

Temperatur des aus *reinem Wasserstoff* bestehenden Inneren berechnet er auf 31 Millionen Grad Celsius und baut sich ein Sonnengebäude auf, das durch die *Zusammenziehung* und die *Ausdehnung* des Körpers mit den wunderbarsten Bewegungen ausgestattet ist.

Während der *Expansion* nimmt die innere Wärme ab, und jene erreicht ihr Maximum, wenn die Wärme den Bedingungen des Gleichgewichtes der Gaskugel entspricht. Sie verlangsamt sich allmählich, bis sie schliesslich zum Stillstand kommt. In diesem Falle ist die innere Wärme inzwischen zu gering geworden, um der Gravitation das Gleichgewicht zu halten. Es tritt nun die Contraction der Gaskugel ein, Anfangs beschleunigt, später verzögert, und das *Zusammenschrumpfen* hört auf, sobald ein Ueberschuss innerer Wärme aufzutreten beginnt. Darauf steigt die Expansion wieder und so *in infinitum* weiter.

Eine ebenso phantastische Ansicht entwickelt Pater *Braun,* welcher der Meinung ist, dass die *obersten Schichten* der Sonnenoberfläche wesentlich schneller als die tiefer liegenden rotiren. Während auf eine mittlere Rotationszeit von 25 Tagen geschlossen werden dürfe, könne die der inneren Schichten vielleicht doppelt so gross sein, so dass wahrscheinlich ein Ausgleich der Verschiedenheit der inneren und äusseren Rotation zu Stande komme. Bei fortwährend steigender Temperatur haben sich constante Strömungen eingestellt; sie bilden gegenwärtig immer noch die auf der Sonnenoberfläche in Erscheinung tretende Granulation, und zwar die aufsteigenden die hellen, die niedersteigenden die dunklen Punkte des Netzwerkes der Photosphäre. Bei wahrscheinlich 60000 Grad Wärme und bei enormem Drucke erreichen die abgekühlten Massen die Photosphäre nicht mehr im Zustande von Gasen,

sondern als Condensationsproducte von Kohlenstoff, Bor, Silicium. Die Metalldämpfe bildeten und bilden noch jetzt dichte Schichten, über denen sich der leichte Wasserstoff lagert. Dieses Gas befindet sich in fortwährender Bewegung; es ist gewissermaassen der Leiter, durch welchen die Wärme- und Lichtabgabe nach aussen hin erfolgt. Nicht selten können die Metalldämpfe bis in die Wasserstoffatmosphäre hineingeschleudert werden, wodurch Theile derselben auf eine fast doppelt so hohe Temperatur sich erhitzen und grosse Wasserstoffprotuberanzen aufsteigen. Der starke Auftrieb der Gase bei diesen Eruptionen spielt eine sehr wesentliche Rolle. Die *Metalldampf-Protuberanzen* entspringen in *bedeutenden. Tiefen* und überbieten in Folge des in diesen herrschenden enormen Druckes die Schnelligkeit der *Wasserstofferuptionen.* Sie steigen bis zu enormen Höhen, erhalten hier eine energische Abkühlung und sinken langsam abwärts, wobei sie die Photosphäre durchbrechen. Auf diese Weise sollen die Sonnenflecke entstehen.

Zu den allerneuesten Hypothesen über die Natur der Sonne gehört die sogenannte *Schmidt*sche Sonnentheorie, die sich im Septemberheft 1893 der naturwissenschaftlichen Monatsschrift „Himmel und Erde“ S. 578 angezeigt und besprochen findet. Auf Grund derselben ist der Sonnenkörper ein *glühender Gasball,* der vom Inneren nach aussen an Dichtigkeit abnimmt, so dass die letzte Schicht eine Consistenz besitzt, die dünner als diejenige des die Erde umgebenden Luftmeeres angenommen wird. Die Erscheinungen der Flecke und Protuberanzen könnten nunmehr „wenigstens theilweise“ auf *Refractionsphänomene* zurückgeführt werden. Die bisherigen Beobachtungen, welche ohne Berücksichtigung der Refraction der Sonnenatmosphäre angestellt worden sind, wären danach meist als optische Täuschungen anzusehen.

Diese *Schmidt*sche Theorie, in geometrischer Weise erläutert, ist durch die Arbeit des Dr. *O. Knopf* angeblich analytisch bestätigt worden, wenigstens wird dies in der Anzeige des Buches behauptet.

Es mag mit der Aufzählung der genannten Theorien sein Bewenden haben; sie genügen, um dem Leser die Ueberzeugung zu verschaffen, dass sich im Laufe der Zeiten die *Theorien* zwar verändert haben und im Einzelnen das *Bestreben* nach fortschrittlicher Entwickelung erkennen lassen, dass aber auch die neuesten und allerneuesten Lehren über unsere Sonne im Grunde genommen nur mehr oder weniger kühne *Muthmaassungen* darstellen, die am *Studirtisch* erzeugt und niedergeschrieben worden sind, während die Urheber der meisten Theorien, fern von dem praktischen Wirken des Ingenieurs, des competentesten Richters bei den Fragen nach *Wärme* und *Licht*, auch nicht die *leiseste Vorstellung* besitzen von dem *zuständlichen Verhalten* einer solchen *Masse* von *Gluth*, wie sie der Sonne eigen ist.

Ich übergehe daher die Einzelheiten der verschiedenen Theorien und wende mich vielmehr zur Darstellung zunächst der Vertheilung der Wärme in der Sonne, wie sie sich nach den fundamentalen Sätzen über die *Natur der Wärme*, welche aus meinen *Experimenten* folgen, mit Nothwendigkeit ergiebt. Wir werden sehen, dass dadurch auch ein helles Licht auf die anderen Fragen über die *Natur der Sonne* fallen wird.

Der Sonnenkörper hat die Gestalt einer nur *wenig abgeplatteten* Kugel, deren Durchmesser 1394000 Kilometer beträgt, also 109 Mal so gross ist als der unserer Erde; daraus folgt, dass das Volumen des Sonnenkörpers 1295029 Mal so gross ist als das der Erde.

Ein so gewaltiges Volumen kann für die Anschauung nur

annäherungsweise durch eine Vergleichung mit den Verhältnissen des von uns bewohnten Planeten begreiflicher werden. Wenn ich mich in der Folge beispielsweise des Ausdruckes „ein *Tropfen* der Sonnenmaterie von der Grösse unserer Erde“ bedienen werde, so habe ich es einigermaassen begreiflich machen wollen, so weit es ja immerhin ein Menschenverstand zu fassen vermag, welche kolossale Ausdehnungen dem Centralkörper unseres Sonnensystems eigen sind.

Bewegt sich in seiner glühendflüssigen Masse nur *ein* Theil, der die Dimensionen unserer Erde besitzt, so kann man wohl mit Fug und Recht von einem Tropfen sprechen. Dem Tropfen würde das *Gesammtvolumen* von *acht Kugeln* gegenüberstehen, deren *Halbmesser die Entfernung des Mondes von der Erde* darstellt.

Die *ungeheure Masse,* welche der *Körper der Sonne* bildet, äussert auf der Oberfläche eine viel intensivere *Wirkung der Schwere,* als wir hier auf Erden haben. Freilich wirkt dem der Umstand entgegen, dass die Masse auf der Sonne in einem *viel vertheilteren, weniger dichten Zustande* sich befindet als bei uns. Denn die Masse des Sonnenkörpers überragt nicht, wie sein Volumen, die der Erde um das $1^1/_4$ Millionenfache, sondern nur um etwa den vierten Theil davon, nämlich um das 324124fache. Daher ist auch die Wirkung der Schwere auf der Sonnenoberfläche nicht 109 Mal, sondern nur 27,3 Mal so stark als auf der Erde. Immerhin ist auch dies eine Zahl, welche es klar macht, dass auf der Sonne ein ungeheurer Druck stattfinden muss. Dieser Druck steigt, je weiter wir ins Innere des Sonnenkörpers gehen, und beträgt im Centrum viele Millionen Atmosphären.

Das Innere dieser glühenden Masse ist in flüssigem Zustande. Das zeigt einmal das continuirliche Spectrum, aus

welchem auch *Kirchhoff* diesen Schluss gezogen hat. Dann folgt es aber auch aus der Entstehung der Sonne. Denn welche Theorie wir hierfür auch annehmen, ob wir die *Planeten* als ihre *Kinder* betrachten, welche von dem Centralkörper abgestossen wurden, oder als ihre *Schwestern,* welche zu gleicher Zeit mit der Sonne aus Zuströmungen sich zusammenziehender Massen des Urstoffes entstanden sind, immer blieb für die Bildung des Sonnenkörpers die grösste Menge Urstoff übrig, so dass seine Masse nur aus einer compacten Materie in glühendflüssigem Zustande bestehen kann, wie ja jede Annahme eines gasförmigen Zustandes des Inneren unserer Sonne schon durch den kolossalen daselbst herrschenden Druck ausgeschlossen ist.

Demnach müssen wir annehmen, dass die Materie der Sonne sich aus ähnlichen Stoffen zusammensetzt, als die im Inneren unseres eigenen Erdkörpers geborgene glühendflüssige Masse ist. Die Lava, welche aus dem Krater der feuerspeienden Berge hervorquillt, liefert das sichtbarste Zeugniss für den flüssigen Zustand eines geschmolzenen Gesteines, während die aus dem Erdboden emporgeschossenen Basalte aus einer späteren Entwickelungsperiode der Erde uns die Erstarrung einst flüssiger Massen vor Augen führen. Eine weissglühende geschmolzene Basaltmasse wird mit aller Wahrscheinlichkeit eine ähnliche Consistenz besitzen, wie wir sie z. B. im Hafen des Glasofens beim Glasflusse wahrzunehmen Gelegenheit haben. Ihr Zustand wird der einer *zähen nicht allzu dünnflüssigen Materie* sein. Alle Bewegungen auf dem Sonnenkörper, soweit sie von dem bewaffneten Auge mit aller Schärfe der Beobachtung bis jetzt erkannt worden sind, deuten nämlich auf eine verhältnissmässig *schwerfällige Bewegung* hin. Aus diesem Grunde allein erfordern die allmählichen Ausgleichungen des

Niveau bei der Bildung und dem Verlauf der Sonnenflecke längere Zeiträume, als sie bei der Annahme eines wässerig dünnflüssigen Zustandes vorausgesetzt werden dürften.

Allerdings scheint der Umstand, dass die Materie der Sonne im Mittel nur 1/4 so dicht ist als die Erde — letztere ist 5,6 Mal, erstere nur 1,4 Mal so schwer als das gleiche Volumen Wasser —, der genannten Annahme zu widersprechen, dass die Sonne wesentlich aus denselben Stoffen bestehe wie die Erde, und zwar ebenfalls in dickflüssigem Zustande. Wenn man aber bedenkt, dass die Wärme in der Sonne viel grösser ist als in der Erde, woselbst doch auch schon eine ziemlich hohe Temperatur herrscht, so wird es klar, dass das specifische Gewicht der Stoffe dort kleiner sein muss. So hat kaltes Gusseisen das specifische Gewicht 7, bei 1200 Grad geschmolzen sinkt dasselbe auf 6,89; mit zunehmender Erhitzung sinkt es weiter, und kann bei den unvorstellbaren *Temperaturgraden* und *Druckverhältnissen* im Inneren der Sonne sehr bequem selbst unter 2 sinken, also auf das vierfache Volumen, welches es auf der Erde hat, ausgedehnt sein. Trotzdem aber wird es wahrscheinlich dickflüssig bleiben, weil der Druck von mehreren Millionen Atmosphären, unter welchem die Stoffe im Inneren der Sonne stehen, kaum einen anderen Zustand gestattet.

Aus dem bisher Gesagten ergiebt sich bereits folgende Anordnung der Massen, welche den Sonnenkörper bilden:

Die unter dem *grössten Druck* stehenden *heissesten Massen* bilden das *Innerste* der *heissglühenden, feurig-flüssigen Kugel.* Von innen nach aussen nimmt allmählich sowohl der Druck als die Temperatur ab. Welches die absoluten Zahlen sind, die im Inneren den Zustand darstellen, entzieht sich *jeder Berechnung;* sicher sind sie so gross, dass auch jede anschau-

liche Vorstellung dabei für uns aufhört. Es ist ganz gleichgültig, ob wir sie auf einige *Tausend Grade* für die Temperatur und einige *Hunderttausend Atmosphären* für den Druck höher oder niedriger schätzen.

Die genannte Vertheilung für die Temperatur wird allgemein zugegeben, obwohl bisher weder auf die analoge Anordnung in flüssigen Eisenmassen geachtet wird, noch auch die weiteren Consequenzen daraus gezogen werden konnten.

Befinde ich mich also so weit mit der allgemeinen Ansicht der Gelehrten in Uebereinstimmung, so kann ich das von dem Folgenden nicht mehr sagen. Allgemein nimmt man an, dass an die glühendflüssige Oberfläche der Sonne sich eine Atmosphäre anschliesst, welche an Dichte und Temperatur nach aussen hin allmählich abnimmt. Eine solche Anschauung steht aber mit meinen im zweiten Kapitel (S. 22) angeführten Experimenten in vollem Widerspruch und kann daher von mir als eine richtige nicht anerkannt werden. Die *Gastheilchen,* welche *unmittelbar* an die heisse *Oberfläche der glühendflüssigen Masse der Sonne* stossen, werden an dieser so erhitzt, dass eine Verbindung mit ungeheurer Wärme zu Stande kommen muss, welche bei einem Minimum von Luft* ausreichend ist, einem sehr starken Druck der Atmosphäre das Gleichgewicht zu halten. Auf der Erde war dazu eine Temperatur von etwa 3000 Grad nöthig. Auf der Sonne ist jedes Massentheilchen 27,3 Mal so schwer wie auf der Erde, und wird daher eine Temperatur von $27{,}3 \times 3000 = 81\,900$ Grad, also eine Wärme von ungefähr 90 000 bis 100 000 Grad auf derselben hinreichen,

* Ich gebrauche hier und im Folgenden den Ausdruck Luft, ohne dabei an ein Gemisch von Stickstoff und Sauerstoff zu denken; ich gebrauche das Wort lediglich als kurze, populäre Bezeichnung für die verschiedensten Gase.

einen *luftleeren Raum* zu erzeugen, eine Temperatur, welche für die Oberfläche der Sonne recht wohl angenommen werden kann.

So folgt mit Nothwendigkeit, dass sich an die Oberfläche des Sonnenkörpers ein *luftleerer Raum,* eine *Zone,* anschliesst, welcher *nur* mit Wärme erfüllt ist, die dem Drucke der darüber liegenden Gasmassen, welche die Atmosphäre der Sonne bilden, das Gleichgewicht hält.

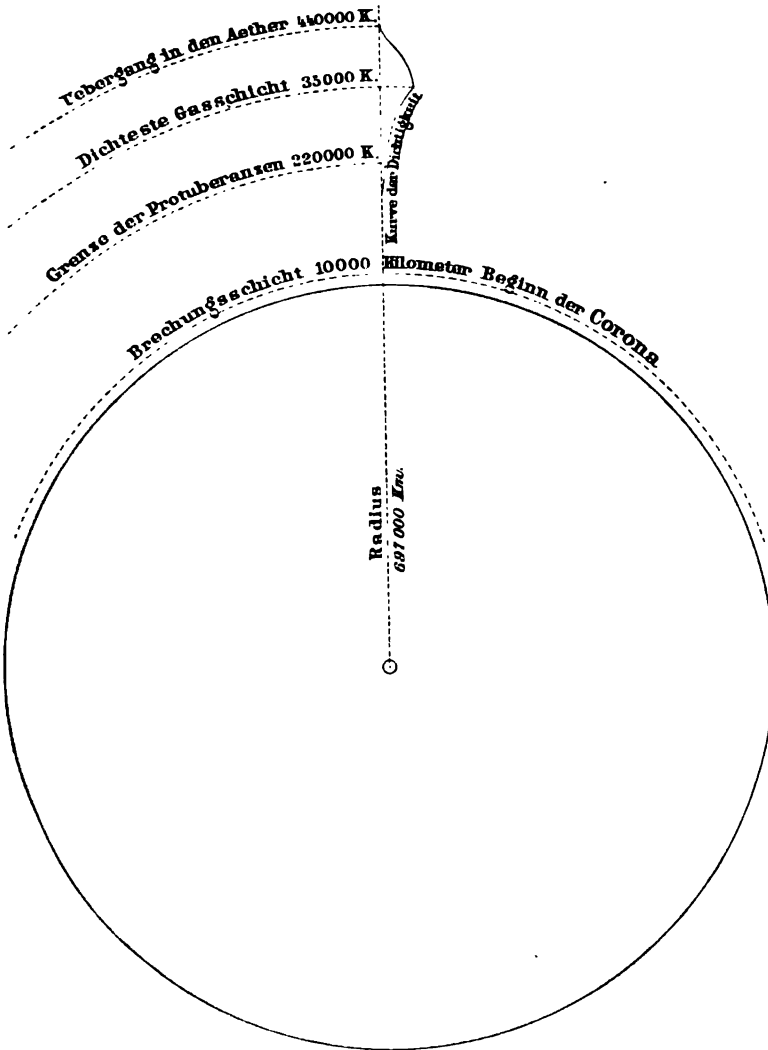
Ich schätze die Höhe dieser ersten Zone aus Gründen, welche ich bei der Betrachtung der Sonnenprotuberanzen entwickeln werde, auf etwa 7000 bis 9000, vielleicht 12000 Kilometer.

Aber an der *Grenze dieser Zone* hat die Sonne durch Ausstrahlung schon so viel Wärme an den Aether verloren, dass hier schon ein kleinstes Theilchen Luft die Hülle der Sonne verdichtet, die, je weiter von der Sonne ab, bei Abnahme der Wärme an Dichtigkeit gewinnt, aber doch in so geringem Maasse, so dass bei ungefähr 220000 Kilometern immer noch eine solche Verdünnung herrscht, wie wir sie unter der Glocke der Luftpumpe kaum erreichen können.

Diese erste Grenze zwischen dem luftleeren Raum und dem folgenden Theile der Atmosphäre mit dem *geringsten* Zutritt von Luft, in der Entfernung vom Sonnenkörper angenommen von 10000 Kilometern, werde ich die *Brechungssphäre* der Sonne nennen, wie ich sie überall in den beigefügten Figuren bezeichnet habe. Durch diese *Schicht* und die *folgenden* gehen die *glühenden Ausstrahlungen* der *Sonne,* die von den Gelehrten als *Protuberanzen* bezeichnet werden, mit beispiellosen Geschwindigkeiten hindurch.

In der beigefügten *Tafel II* ist die Anordnung der Massen auf der Sonne, wie sie sich bis jetzt aus meinen Betrachtungen

Tafel II.



Sonne; mit Angabe der muthmaasslichen Grenzen verschiedener Dichtigkeit ihrer Lufthülle.

ergiebt, zur Darstellung gebracht. Zunächst ein glühendflüssiger Kern unter *unvorstellbarem Druck* und mit *unvorstellbarer Wärme,* auf dessen Oberfläche die Temperatur bis gegen 100000 Grad gesunken ist. Dann folgt ein *luftleerer Raum* von etwa 10000 Kilometern Höhe, dann folgt eine allmählich an Dichte zunehmende Atmosphäre, die sogenannte Corona, deren dichteste Zone etwa 350000 Kilometer von der Sonnenoberfläche entfernt ist. Von hier an nimmt die Dichtigkeit der Atmosphäre wieder stetig ab, bis sie allmählich und unmerklich in den kalten Aether übergeht. Auch die Wärme der Atmosphäre ist dabei in stetiger Abnahme begriffen, woraus wir nun weitere Folgerungen ziehen wollen.

Viertes Kapitel.

Die Bewegungen auf der Sonne.

Ich wende mich nun zu der Frage der *Erkaltung der Sonne,* zu der Frage, woher sie ihre *ungeheure Wärme* nimmt. Seit langer urvorgeschichtlicher Zeit prangt sie am Himmel in *unveränderter Pracht* und *Herrlichkeit,* ohne von ihrem *strahlenden Glanze* zu verlieren und ohne von ihrer *majestätischen Grösse* etwas einzubüssen. Wie sollen wir uns diese merkwürdige Thatsache erklären?

Bei den glühendflüssigen Eisenmassen im Sumpf (vergl. S. 15) haben wir gesehen, dass eine Erkaltung von oben her geschieht, dass die Massen sich mit einer zarten Kruste bedecken, von der aus die Kälte in das Innere hinein fortschreitet. Ein ähnlicher Process müsste auch bei der Sonne stattfinden. Die eisige Kälte des Aethers müsste weiter und

weiter in die Atmosphäre eindringen, sie müsste allmählich in den luftleeren Raum vordringen, hier langsam aber sicher die Wärme vermindern und schliesslich die Oberfläche des Sonnenkörpers selbst ergreifen, um hier die lebenspendende Wärme in todbringende Kälte zu verwandeln.

Bei den Eisenmassen im Sumpf wird ein zu schnelles Abkühlen der oberen Theile, die Bildung einer harten Kruste über der flüssigen Masse durch Umrühren verhindert. Mit grossen eisernen Stangen werden die warmen Theile von unten nach oben bewegt, während umgekehrt die kalten Theile nach unten gestossen werden. Dadurch erhält man nicht nur eine gleichmässige Temperatur in der ganzen Masse, sondern verhindert zugleich eine rasche Abkühlung der Oberfläche. Es liegt nahe, bei der Sonne einen ähnlichen Vorgang anzunehmen, dass also durch irgend welche mechanischen Ursachen beständig heissere Theile von der Tiefe nach der Oberfläche getrieben werden, so dass dadurch eine Erkaltung der Oberfläche verhindert wird. Allerdings kann dieser Process nicht gleichmässig auf der ganzen Oberfläche stattfinden; denn dann würde die Oberfläche der Sonne beständig wachsen, während im Inneren ein leerer Raum entstünde, was physikalisch nicht möglich ist. Wir müssen vielmehr annehmen, dass für die heissen Theile, welche aus der Tiefe des *Sonneninneren* nach der Oberfläche getrieben werden, kältere von der Oberfläche in die Tiefe hinabsinken. Natürlich kann der aufsteigende Strom nicht an ein und derselben Stelle mit dem absteigenden stattfinden, so dass wir nothwendig eine ungleiche Temperaturvertheilung auf der Sonnenoberfläche annehmen müssen, einen Gürtel, in welchem beständig neue heisse Theile aus der Tiefe hervortauchen, und einen anderen kälteren Theil der Oberfläche, in welchem die abgekühlten Theile in die Tiefe,

zum Sonnenmittelpunkte hin sinken. Auf diesem Wege müssen sie, soll nicht eine allmähliche Erkaltung der ganzen Sonnenmasse eintreten, von Neuem erhitzt werden.

Nach unserer Vorstellung müssen daher in und auf der Sonne beständige Bewegungen der Sonnenmaterie vor sich gehen.

Bevor ich mich der *mechanischen Möglichkeit* einer solchen Bewegung, ihren etwaigen *physikalisch-mechanischen* Bedingungen und Ursachen zuwende, will ich, um mich nicht in unfruchtbare Speculationen zu verlieren, sondern den festen Boden der Thatsachen unter den Füssen zu haben, die Frage erörtern, ob derartige Bewegungen auf der Sonne durch thatsächliche Beobachtungen wahrgenommen werden.

Das Mittel, Bewegungen auf der Sonne wahrzunehmen und in ihrem Verlaufe zu verfolgen, bieten uns die sogenannten Sonnenflecke. Die Sonne erscheint, mit einem Fernrohr von einiger Vergrösserungskraft betrachtet, dem Beobachter nicht mehr unter dem Bilde einer *klaren weissen Scheibe*, sondern seinem Auge stellt sich die Sonnenoberfläche unter einem durchaus veränderten Anblick dar. Sie zeigt sich bei der gebotenen Verstärkung von einem *System von Flecken* verschiedener Grösse bedeckt. *Secchi* giebt einige Aufnahmen solcher Theile der Oberfläche an. Er schreibt dazu: „Die Oberfläche erscheint unregelmässig und wellenförmig, wie ein vom Sturme gepeitschtes Meer," wie es *Figur 4,* eine Copie aus *Secchis* Sonne (Fig. 17), auch graphisch bestätigt.

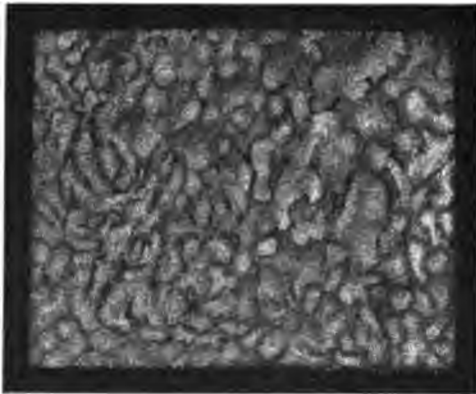
Sie lässt sehr flache Erhabenheiten erkennen, die in der Mitte ihrer Gestalt hell sind, sich nach den Rändern abschattiren und von einer dunkleren Einfassung umrahmt und von einander geschieden sind.

Diese Erhabenheiten oder die sogenannten *Körner* sind

jedoch nicht in gleichmässiger Weise auf der ganzen Sonnenoberfläche zu finden, sondern nehmen nach den Polen zu ab, so dass das granulirte Aussehen, welches die Oberfläche der Sonne in Folge dieser Körnung zeigt, ungefähr vom 60. Breitengrade an, verschwindet.

Ausser diesen Körnern zeigen sich auf der Oberfläche der Sonne bald mehr oder weniger zahlreiche dunkle Flecke von verschiedener Ausdehnung; neben sehr kleinen kommen auch solche vor, deren Dimensionen die der Erde und selbst die des Jupiter übertreffen.

Figur 4.



Auch die Sonnenflecke kommen nicht gleichmässig auf der ganzen Oberfläche der Sonne vor, sondern hauptsächlich in den Gürteln zwischen 10 und 30 Grad nördlicher und südlicher Breite; in der Zone des Aequators, sowie in dem Gürtel zwischen dem 30. und 40. Breitengrad werden die Flecke seltener, und über den 40. Breitengrad hinaus werden nur ganz ausnahmsweise noch Flecke beobachtet. Ihre Anzahl ist eine unregelmässige; doch wird heute nicht mehr daran gezweifelt, dass in schwankenden Perioden von etwa sechs bis elf Jahren die Sonne mit Flecken erscheint, so dass in der Mitte dieser Zeiträume Fleckenmaxima auf der Sonne auftreten.

Sowohl die Körner, als die Sonnenflecke zeigen sich in steter *Bewegung*. Die der Körner lässt sich allerdings in-

mitten der leuchtenden Masse nur sehr schwer verfolgen; doch ist sie für den aufmerksamen Beobachter deutlich zu erkennen. Die Flecke aber zeigen eine so *ausgeprägte Bewegung,* dass sie schon von den ersten Beobachtern vor fast 300 Jahren erkannt und verfolgt wurde. Sie zeigen sämtlich eine Bewegung in der Richtung von Ost nach West, aus welcher man die Dauer der *Umdrehung der Sonne* um ihre Axe zu etwa 25½ Tagen hat bestimmen können. Aber so leicht diese allen Sonnenflecken gemeinsame Bewegung, welche ersichtlich von der Rotation der Sonne herrührt, zu erkennen und zu beobachten ist, so schwierig ist die Ermittelung derjenigen, welche die Sonnenflecke als eigene Bewegungen zeigen, durch welche sie ihren Platz auf der Sonnenoberfläche verändern. Dennoch sind diese Beobachtungen ausgeführt worden und haben eine unzweifelhafte *Bewegung der Flecke nach den Polen* zu erkennen lassen. *Carrington* hat 1434 Sonnenflecke beobachtet, und zwar 715 auf der südlichen und 719 auf der nördlichen Hälfte der Sonne, und bei dieser grossen Zahl eine Bewegung nach den Polen festgestellt, welche im Durchschnitt 2 Bogenminuten, also über 400 Kilometer pro Tag beträgt. Doch will ich nicht verschweigen, dass diese Zahl nur eine Durchschnittszahl ist; viele Flecke wandern bedeutend schneller, während an mehr als einem Drittel diese Bewegung überhaupt nicht wahrgenommen wurde, ja, ein Viertel aller Flecke sogar die entgegengesetzte Bewegung nach dem Aequator hin zeigte. Das kann aber die allgemeine Thatsache, dass die Sonnenflecke, und mit ihnen natürlich die gesammte Sonnenmaterie, vom Aequator nach den Polen hin abgleiten, nicht ändern; denn einerseits stehen Unregelmässigkeiten in der Bewegung ihrem allgemeinen Charakter nicht entgegen, andererseits sind die Beobachtungen an jedem einzelnen Fleck, welcher

nur während einer halben Umdrehungsperiode der Sonne sichtbar bleibt, sehr schwierig und daher verhältnissmässig ungenau. Sehr viel mehr Werth haben Beobachtungen, welche an Flecken angestellt werden können, deren Existenz mehrere Umdrehungen der Sonne überdauert, und die daher in verschiedenen Monaten hinter einander beobachtet werden können. Dem *Astronomen Bianchi* in *Modena* gelang es, einen Fleck fünf Mal hinter einander, das erste Mal im November 1866, das fünfte Mal im März 1867, also bei vier vollständigen Rotationen, zu beobachten und seine Stellungen auf der Sonnenscheibe festzustellen. Hierbei fand sich die Bewegung nach dem Pol besonders deutlich ausgeprägt. Der Stand des Fleckes war nämlich:

bei	der	ersten	Erscheinung	6	Grad	26	Min.	
„	„	zweiten	„	8	„	22	„	
„	„	dritten	„	8	„	18	„	
„	„	vierten	„	10	„	55	„	
„	„	fünften	„	14	„	57	„	nördl. Breite.

Die Zahlenreihe schreitet, wie man sieht, progressiv vorwärts, nur in der dritten Angabe zeigt sich eine Unterbrechung der Progression. Eine solche Unregelmässigkeit ist jedoch zu erwarten und leicht zu erklären, da durch das plötzliche Auftreten neu entstandener Flecke Störungen der eigenen Bewegung anzunehmen sind.

Der Breitegrad auf der Sonne beträgt etwa 12160 Kilometer oder 1620 Meilen; da die nördliche Breite des Fleckes innerhalb vier Monate um 8 Grad zugenommen hatte, war der Fleck täglich einen Weg von 108 Meilen in der Richtung nach Norden gewandert. Seine ursprüngliche Bewegung in der Nähe des Aequators war eine geringere, die täglich wuchs, und bei seiner letzten Erscheinung während der letzten Umdrehungszeit der Sonne sogar 4 Grad, also mehr als 200 Meilen

pro Tag, betragen hatte, welche Geschwindigkeit wahrscheinlich im stetigen Zunehmen nach den Polen ist. Aber nicht der *Fleck* allein war es, der diesen Weg zurücklegte, sondern *die ganze Masse der Oberfläche des Sonnenkörpers* theilte offenbar diese Ortsveränderung, denn der Sonnenfleck ist ja ein Theil derselben.

Die Beobachtung der Sonnenflecke zeigt uns also eine, wenn auch mit zeitweiligen Störungen verbundene, so doch stets vorhandene Bewegung der Sonnenmaterie von dem Aequator nach den Polen zu. Da sich diese Masse nun nicht an den Polen anhäuft und die abfliessende Masse am Aequator sich nicht erschöpft, so ist es klar, dass von den Polen beständig Masse nach dem Mittelpunkt sinkt, die aber grösstentheils auf dem Wege von den Polen nach dem Centrum, schon ehe sie dasselbe erreicht, seitlich abweicht und in einen anderen Kreislauf gezwungen der Oberfläche zu wieder aufsteigt, um von Neuem ihren Lauf zu beginnen, dass auf der Sonne also *Bewegungen* stattfinden, welche geeignet sind, ein Erkalten von der Oberfläche her zu verhindern. Dass der Sonnenkörper auch als Ganzes nicht erkalten kann, werden wir sofort sehen, wenn wir uns zur Mechanik dieser Bewegungen wenden.

Fünftes Kapitel.

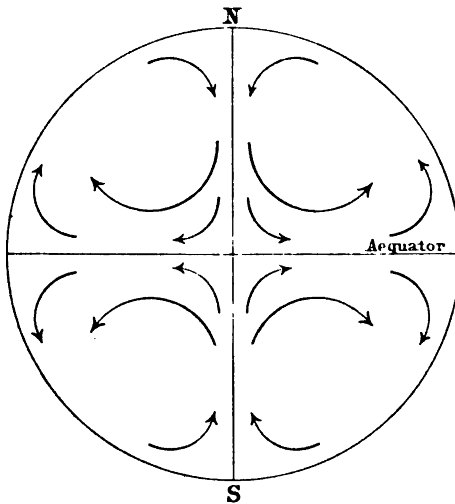
Die Ursachen der Bewegungen auf der Sonne und die Quelle der Sonnenwärme.

Die Beobachtungen zeigen also, dass die Materie auf der Sonne in einem *beständigen Kreislauf* begriffen ist, der im groben Umriss durch die umstehende *Figur 5* angedeutet ist. An den mit *N* und *S* bezeichneten Polen sinkt die Materie

nach dem Mittelpunkt zu, so dass eine starke axiale Strömung entsteht, während vom Centrum beständig die warmen Theile nach dem Aequator emporgeschleudert werden.

Welche Kraft nun kann es wohl sein, welche die warmen Theile in die Höhe führt, die kalten gewaltsam hinabstösst und dabei von Neuem erhitzt?

Figur 5.



Der blosse Anblick der Figur erweckt die Vorstellung, dass es nur die *Centrifugalkraft* ist, welche beständig die warmen Theile vom Centrum forttreibt. Aber wo soll dieselbe herkommen, da doch im Centrum sowie in der ganzen Axe der Rotationsbewegung keine Rotation, also auch keine Fliehkraft vorhanden sein kann.

Aber ist denn das richtig? Ist denn der Mittelpunkt der Sonne wirklich das Centrum der Bewegung der Sonne? Sicherlich hat sie eine Rotationsbewegung um eine durch ihren Mittelpunkt gehende Axe; aber diese Bewegung ist nicht ihre einzige. Man sagt zwar gewöhnlich, die Erde, sowie alle Planeten bewegen sich um die Sonne; aber das ist doch nur ungefähr richtig, indem der Mittelpunkt der Sonne dem Centrum der Bewegung nur sehr nahe steht. In Wahrheit aber beeinflusst die Bewegung aller Planeten die Aenderung ihres Standes gegen einander

und zur Sonne, das Gleichgewicht des Mittelpunktes der Sonne als das Centrum des Planetensystems. Vor allem ist es *Jupiter,* der bei seiner Grösse die Hauptveranlassung zu der eintretenden *Veränderung der Lage dieses Centrums* ist; er verrückt den Schwerpunkt der Sonne, erzeugt einen *neuen Mittelpunkt* des Planetensystems, der zwischen dem Sonnenmittelpunkt und dem Jupiter liegt, und zwingt die Sonne, selbst eine *planetarische Bewegung* zu machen. Allerdings vollzieht sich die Verschiebung sehr langsam, aber sie kann so weit gehen, dass das neue *Schwerpunktscentrum sogar ausserhalb* der Sonne zu liegen kommt. Hierdurch entsteht eine Centrifugalkraft, die es also übernimmt, die flüssige heisse angesammelte Materie der Sonne aus dem Inneren gegen die Oberfläche zu schleudern, und da dies grösstentheils an der Stelle des Körpers stattfindet, wo die Geschwindigkeit am grössten ist, d. h. am Aequator, so ist das Abgleiten nach den Polen die Consequenz dieser Bewegung aus dem Inneren. Die *Figur 5* zeigt einen Durchschnitt des Sonnenkörpers, in welchem durch Pfeile die Richtung der Bewegung der Materie dargestellt ist, wie sie in jedem sich derartig bewegenden Körper vorkommt.

Von Anbeginn des Werdens des Sonnenkörpers an muss der continuirliche Kreislauf der Materie ohne jede Unterbrechung der in der Figur angedeutete gewesen sein, von innen nach aussen strebend, auf der Oberfläche abgleitend gegen die Pole, in diesen in die Axe eintretend, fortschreitend nach dem Centrum und so von Neuem beginnend. Dieser Kreislauf wird nicht aufhören, sich bis in alle Ewigkeit fortzusetzen.

Wir wollen, um uns die Vorgänge bei der Bewegung klar zu machen, einmal den Weg verfolgen, den das Material der

Sonne bei seiner Bewegung vom Aequator nach den Polen auf der Oberfläche und von den Polen in das Innere der Sonne zurücklegt.

Wir wissen also, die aus dem Inneren der Sonne wie in einem brodelnden Kessel aufsteigenden Theile bringen heissere Materie als eine ununterbrochene, aufeinander folgende Strömung an die Oberfläche, wo sie die kälter gewordenen Massen nun verdrängend durchbrechen und derselben das granulirte Aussehen geben, welches auf den neueren Sternwarten mit den kolossalen Instrumenten beobachtet wird. Die Sonne markirt sich nämlich unter dem Teleskop, wie schon hervorgehoben, als eine marmorirte Fläche, auf welcher sich hellere Punkte von einem dunkleren, netzartigen Untergrund abheben. Der letztere gehört derjenigen Sonnenmasse an, welche bereits einen grossen Theil ihrer Wärme ausgestrahlt hat. Diese Masse, ununterbrochen vermehrt durch die als helle Punkte aufsteigende Materie, gleitet nach den Polen zu ab, sobald auch diese ihre Wärme abgegeben haben. Wenn wir die von *Bianchi* beobachtete Geschwindigkeit von 200 Meilen pro Tag beibehalten, so braucht ein bestimmter Theil, ehe er seine Reise vom Aequator der Sonne bis zu den Polen, d. h. eine Entfernung von circa 145000 Meilen zurückgelegt hat, eine Zeit von 725 Tagen, also zwei Jahren. Wenn auch auf diesem langen Wege, vielleicht noch bis zum 60. Grade, manches Theilchen Innenwärme der Oberfläche zuströmen wird, so wird sicher von hier aus ein ganzes Drittel des weiten Weges, also noch mehr als 200 Tage, von dem beobachteten Oberflächentheil viel Wärme ausgestrahlt werden, bevor es sein Ziel, den Pol, erreicht, ohne Ersatz aus dem Inneren zu erhalten.

Nehmen wir für die Sonnenoberfläche eine Temperatur

von etwa 100000 Grad an, so kann sie leicht nach den Polen zu um viele Tausend Grad abgenommen haben. War die Materie der Sonne unter dem Aequator in zähflüssigem Zustande, so ist es nicht ausgeschlossen, dass bei einem solchen Wärmeverlust unter einem so bedeutenden Drucke, wie er auf der Sonne herrscht, ein theilweises Festwerden der immer zäher gewordenen Masse und hieraus eine Art Schollenbildung eintreten kann.

Hier an den kälteren Polen dürfte vielleicht die Stelle angenommen werden, an welcher die flüchtigen Stoffe, die in der Atmosphäre der Sonne in bestimmten, ihrer specifischen Schwere entsprechenden Schichten schweben, nachdem sie sich mit den Gasen der Protuberanzen gemischt haben, vielleicht als feste Körper mit der Oberfläche der hier weniger Wärme ausstrahlenden Sonne wieder vereinigen und den Kreislauf durch den Sonnenkörper von Neuem beginnen, so wieder neuen Stoff zur Bildung von Protuberanzen liefernd. Denn verloren gehen kann selbstverständlich kein Atom der Sonnenmasse.

Ungefähr vom 70. bis 80. Grade der Breite an werden sich die festgewordenen Massen in Schollenform anfangen zu drängen, weiterhin bis zu den Polen zu furchtbarer Höhe über einander häufen und auf diese Weise den Druck ersetzen, den wir beim Eisen anwenden, um ein schwimmendes Eisenstück in die Tiefe hinunterzustossen. Durch diesen Druck werden sie in die gewaltige *axiale Strömung* hineingetrieben und damit genöthigt, den Gesetzen der Schwere und der Centralströmung zu folgen. Dass dies nur unter gewaltigen *Stössen* und *Reibungen* unter einem stetig zunehmenden Druck erfolgt, liegt in der Natur der Sache begründet.

Dauerte nun das Abgleiten vom Aequator nach den Polen ungefähr zwei Jahre, so muss die *Zuströmung* der Hauptmasse

bis zum Centrum sich in viel kürzerer Zeit vollziehen, denn auf der Oberfläche war es eine unendlich breite Ebene, auf der sich die Masse bewegte. Beim Rücklauf erscheint die Bahn, wenn auch viele Tausende Meilen lang, im Querschnitt kleiner. In Folge dessen muss die Geschwindigkeit eine viel grössere, auch die Reibung unter stetiger Zunahme des Druckes eine viel intensivere und daher die Wärmeentwickelung eine sehr bedeutende werden.

Damit kommen wir auf die Frage nach der Ursache, durch welche die kälteren in der Axenrichtung strömenden Theile von Neuem erhitzt werden, wodurch also die Sonnenwärme immer wieder erzeugt wird. Dass es keine Verbrennungsprocesse sind, welche die ausgestrahlte Wärme wieder ersetzen, ist leicht einzusehen.

Wollte man die seltsame Frage aufwerfen, welche Masse von Heizmaterial, wie es auf unserer Erde am häufigsten verbreitet ist, erforderlich sein würde, um die in dem Sonnenkörper enthaltene Temperatur in ihrem Fortbestande zu erhalten, so wären es, nach Zahl und Umfang festgestellt, nicht weniger als neunzig Erdkugeln bester Steinkohlen, welche für die beständige Weissglühhitze Tag aus Tag ein zu verwenden wären. Unser berühmter Physiker, der vor einiger Zeit verstorbene Professor *von Helmholtz,* sagt in einem zu Heidelberg gehaltenen Vortrage wörtlich:

„Auf Erden sind die Verbrennungsprocesse die reichlichste Quelle von Wärme. Kann vielleicht die Sonnenwärme durch einen Verbrennungsprocess entstehen? Diese Frage kann vollständig und sicher mit *Nein* beantwortet werden, denn wir wissen jetzt, dass die Sonne die uns bekannten irdischen Elemente enthält. Wählen wir aus diesen die beiden, welche bei kleinster Masse durch ihre Vereinigung die grösste Menge

Wärme erzeugen könnten, nehmen wir an, dass die Sonne aus Wasserstoff nnd Sauerstoff bestände, in dem Verhältniss gemischt, wie diese bei der Verbrennung sich zu Wasser vereinigen. Die Masse der Sonne ist bekannt, die Wärmemenge ebenfalls, welche durch Verbindung bekannter Gewichte von Wasserstoff und Sauerstoff entstehen. Die Rechnung ergiebt, dass unter den gemachten Voraussetzungen die durch deren Verbrennung entstehende Wärme hinreichen würde, die Wärmeausstrahlung der Sonne auf 3021 Jahre zu unterhalten. Das ist freilich eine lange Zeit, aber schon die Menschengeschichte lehrt, dass die Sonne viel länger als 3000 Jahre geleuchtet und gewärmt hat, und die Geologie lässt keinen Zweifel darüber, dass diese Frist auf Millionen von Jahren auszudehnen ist.

Die uns bekannten chemischen Kräfte sind also in hohem Grade unzureichend, auch bei den günstigsten Annahmen, eine solche Wärmeerzeugung zu erklären, wie sie auf der Sonne stattfindet, dass wir diese Hypothese gänzlich fallen lassen müssen.

Wir müssen nach Kräften von viel mächtigeren Dimensionen suchen, und da finden wir noch die kosmischen Anziehungskräfte. Wir haben schon gesehen, dass die beziehlich kleinen Massen der Sternschnuppen und Meteore, wenn ihre kosmischen Geschwindigkeiten durch unsere Atmosphäre gehemmt werden, ganz ausserordentlich grosse Wärmemengen erzeugen können. Die Kraft aber, welche diese grossen Geschwindigkeiten erzeugt hat, ist die *Gravitation.* Wir kennen diese Kraft schon als eine wirksame Triebkraft an der Oberfläche unseres Planeten, wo sie als irdische Schwere erscheint, wir wissen, dass ein von der Erde abgehobenes Gewicht unsere Uhren treiben kann, dass ebenso die Schwere

des von den Bergen herabkommenden Wassers unsere Mühlen treibt.

Wenn ein Gewicht von der Höhe herabstürzt und auf den Boden schlägt, so verliert die Masse desselben allerdings die *sichtbare Bewegung,* welche sie als Ganzes hatte; aber in Wahrheit ist diese Bewegung nicht verloren, sondern sie geht nur auf die *kleinsten elementaren Theilchen* der Masse über, und diese unsichtbare *Vibration* der *Molekeln* ist Wärmebewegung.

Die *sichtbare Bewegung wird beim Stosse in Wärmebewegung verwandelt.*"

Ich habe schon an einer früheren Stelle betont, dass ich die Ansicht nicht theilen kann, nach welcher die Sonnenwärme durch allmähliche Verdichtung des Sonnenkörpers entsteht, einerseits, weil die Sonne dann schon in dem für kosmische Vorgänge kurzen Zeitraum von fünf Millionen Jahren auf die Hälfte ihres Volumens zusammengeschrumpft sein müsste, andererseits, weil eine Verdichtung einer glühendflüssigen Masse stets mit Abnahme der Temperatur verbunden ist. Das Letztere giebt auch *Helmholtz* zu, indem er in demselben Vortrage sagt: „So viel ist übrigens klar, dass eine so grosse Wärmeentwickelung — nämlich Erhitzung auf 28 Millionen Grad — selbst das grösste Hinderniss für eine schnelle Vereinigung der Massen gewesen sein muss, und dass wohl erst der grösste Theil davon durch Strahlung in den Weltraum hinein sich verlieren musste, ehe die Massen so dichte Körper bilden konnten, wie Planeten und Sonne gegenwärtig sind." Was heisst dies anders, als dass bei der Verdichtung eben keine Wärme entstehen kann, da die Wärme im Gegentheil die Massen ausdehnt? Aber so viel ist jedenfalls klar, dass es keine *Verbrennungsprocesse* sein können, welche die

Sonnenwärme erzeugen, sondern dass nur *Reibung* und *Stoss* bei der Bewegung auf und in der Sonne hierzu genügend sind.

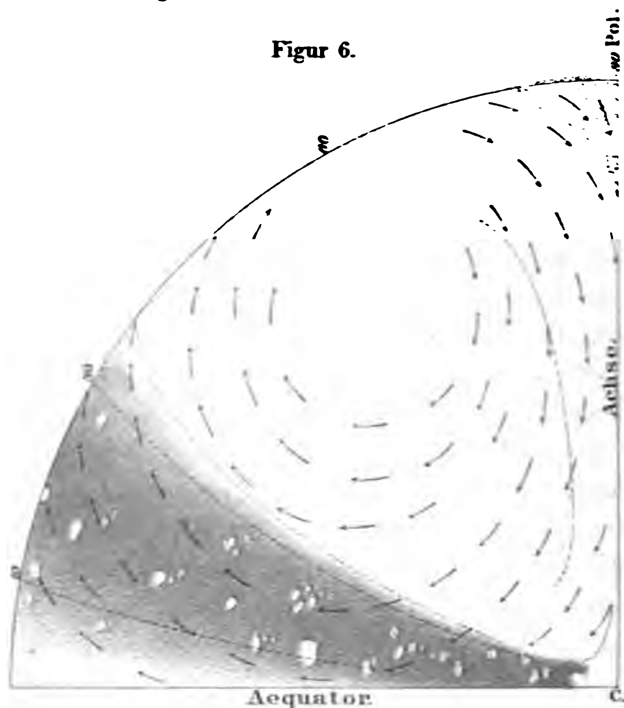
Der ungeheure Druck von Millionen von Atmosphären, unter welchem sich bei der geschilderten Bewegung Atom an Atom verschiebt, hierbei mit unnennbarer Kraft an einander gepresst und mit furchtbarer Gewalt von einem Orte fort an einen anderen geschoben wird, erzeugt eine Reibung der Theile, die nothwendig eine enorme Erhöhung der Temperatur bedingt. Lassen wir einen schweren Dampfhammer auf glühendes Eisen fallen, so verwandelt sich dieser Stoss in grössere Wärme, das glühende Eisen wird heisser. Der Schlag eines Hammers auf Blei verändert die Lage der Theilchen und erzeugt in der Bewegung derselben Wärme. Was ist die Zuströmung der Materie der Sonne in die Sonnenaxe von den Polen aus anderes, als eine von der nachfliessenden Masse getriebene Masse, die fort und fort auf die vorhergehende Masse stösst und hierdurch Bewegung, Wärmebewegung erzeugt und damit der Sonne ihre Lebenskraft verleiht.

Verfolgen wir die Bewegung der Materie vom Pol nach dem Mittelpunkt weiter, so ist klar, dass nicht alle Theile das Centrum erreichen. Die unter den erstarrten Schollen nach der Axe zu in Bewegung gewesenen noch wärmeren Theile werden auch auf dem Wege nach dem Inneren an dem äusseren Rande der axialen Säule bleiben. Sie sind wärmer als die durch die gewaltige Strömung fortgerissenen Schollen im Inneren und werden bei der vorhandenen Reibung auch bald eine Vermehrung ihrer Wärme erleiden. Dem Gesetze der Centrifugalkraft folgend, werden sie die Richtung nach dem Centrum zu sehr bald mit Abweichungen in seitlicher Richtung von der Axe nehmen und in Gestalt einer schlanken Kurve der Oberfläche zueilen. Umstehender Querschnitt eines Sonnen-

quadranten *(Figur 6)* mag dazu dienen, die Sache zu veranschaulichen und den Strom der Materie durch die graphische Darstellung dem Verständniss näher zu bringen.

Aus diesem Schnitt ersieht man die durch Pfeile angedeutete Strömung der Masse der Sonnenmaterie. Die Zeich-

Figur 6.



nung lehrt zugleich, wie mit den Schollen zusammen eine grosse flüssige Masse den Weg nach dem Centrum antritt, und wie sich von dieser Masse immer mehr und mehr Theile abzweigen, bis schliesslich nur ein sehr kleiner Theil übrig bleibt. Dieser ist es, der im innersten Herzen der Sonne sich gleichsam als ein Vorrathsmagazin von Gluth von höchster Temperatur ansammelt. Wir werden dadurch an die Erschei-

nung in unserer Eisenpfanne erinnert, in welcher der wärmste Theil des flüssigen Eiseninhaltes sich auf dem Boden befindet, der in Bezug auf die Sonne dem Centrum entspricht. In der Axe wird die grösste Reibung unter dem grössten Druck der Materie die grösste Wärme geben, und diese Theile, bis auf einen verhältnissmässig kleinen Rest, der im Centrum stehen bleibt, wie auch die früher sich abzweigenden Massen, gleiten an letzterem vorbei, getrieben von dem Strome der Bewegung, steigen empor und speisen die Sonnenoberfläche mit Wärme. Weil aber am Aequator selbst der Abstrom der Masse noch nicht so bedeutend ist, wird auch das Zuströmen der Wärme hier nicht das bedeutendste sein; es wird daher auch unter dem Aequator nicht die grösste Wärmemenge von der Sonne ausgestrahlt, wie weiter unten nachgewiesen werden soll.

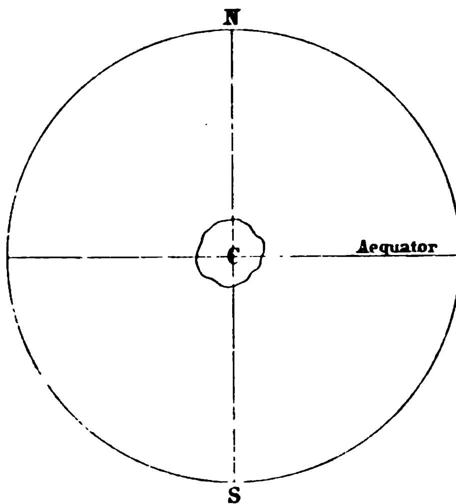
Die im Centrum angehäufte Gluthmasse, der glühende Kern, verharrt im Zustand der Ruhe, bis ihn eine gewaltige Kraft aus derselben heraustreibt.

Dieselbe wird, wie schon gesagt, durch den Jupiter ausgeübt. Wird durch die gewaltige Masse des genannten Planeten die Sonne immer weiter von dem Schwerpunkte des Planetensystems verdrängt, so werden stets mehr Theile von dem warmen, sich aber immerfort erneuernden Vorrath losgerissen, welcher Vorgang seinen Höhepunkt erreicht, sobald sich Jupiter im Verein mit einem oder mehreren Planeten in grösstem Gegensatz zur Sonne befindet. Gerade bei diesem Stande steigen die meisten *Tropfen,* wenn ich sie so nennen darf, aus dem Centrum der Sonne der Oberfläche zu. Verlässt der Planet Jupiter seine gegensätzliche Stellung zur Sonne, so wird in demselben Verhältniss, in welchem er mit seinen übrigen Geschwistern wieder in das Planetengleichgewicht eintritt, auch die Sonne sich wieder mit ihrem Mittelpunkte dem planetari-

schen Centrum nähern und damit gleichzeitig die Absonderung der Materie geringer werden.

Die beifolgenden *Figuren* 7 und 8 verdeutlichen den Vorgang. In der ersten steht die Sonne gerade im Centrum des Planetensystems, und es häuft sich eine ungeheure Wärmemenge in ihrem eigenen Centrum an. In der zweiten Figur ist ihre Stellung bereits excentrisch geworden, so dass ein Theil der Centrumsmaterie losgerissen ist und seinen Weg nach der Oberfläche angetreten hat. Jedoch neue Massen, welche längs der Axe dem Centrum zuströmen, sorgen beständig für Ersatz der nach oben strebenden Stoffe.

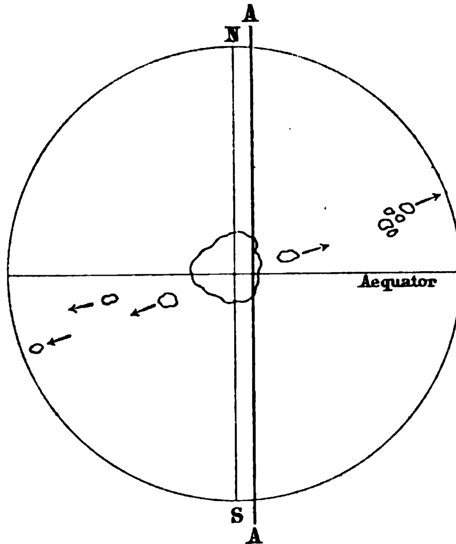
Figur 7.



Wer war schon an jenen geheimnissvollen Stätten, wer weiss, wie der Schöpfer das Flüssige und Starre geordnet hat, um durch Bewegung Reibung und durch Reibung Wärme zu erzielen? Wie kann ich selber behaupten, dass ich auf dem rechten Wege bin und dass ich mit der entwickelten Idee die Wahrheit erfasst habe? Ob nicht vielleicht die Masse der Sonne schon ein Gemisch von festen und flüssigen Stoffen ist? Habe ich, um eine Zahl zu nennen, 100000 Grad angegeben, so würde vielleicht eine solche von 50000 oder 20000 Grad genügend sein, um die Gesammtheit der Wärme-

und Lichterscheinungen hervorzubringen, und dann wären feste Theile schon eher denkbar. Alle diese Punkte bleiben offene Fragen, ungelöste Räthsel, und wenn niemand sich rühmen darf, bis jetzt den Schleier auch nur von einem gelüftet zu haben, so darf andererseits auch niemandem die Freude verkümmert werden, wenn er auf Grund eigener langjähriger Beobachtungen und Erfahrungen den Versuch wagt, ihnen näher zu treten. Nur das Eine bleibt für die Beantwortung der Fragen unerlässlich, dass sie sich nämlich in den Grenzen des Möglichen und Wahrscheinlichen bewegt. Dass dies aber bei der von mir gegebenen Lösung der Fall ist, darf ich wohl ohne Ueberhebung behaupten. Die Bewegungen selbst, welche ich auf der Sonne annehme, sind durch unzweideutige Beobachtungen erwiesen; die Erklärung der Bewegungen ist mit den anerkannten Gesetzen der Mechanik in völligem Einklang, und schliesslich reicht die entwickelte Theorie aus, um die verschiedensten Phänomene, welche der Anblick der Sonne darbietet, vor Allem die schon so lange bekannte und doch erst so ungenügend erklärte Erscheinung der Sonnenflecke, in einfacher, ungezwungener und natürlicher Weise zu erklären.

Figur 8.



Diese Anwendung der Theorie, welche zugleich eine ihrer stärksten Stützen bildet, will ich schon jetzt geben, um ihre Stärke zu zeigen.

Sechstes Kapitel.

Erklärung der Sonnenflecke.

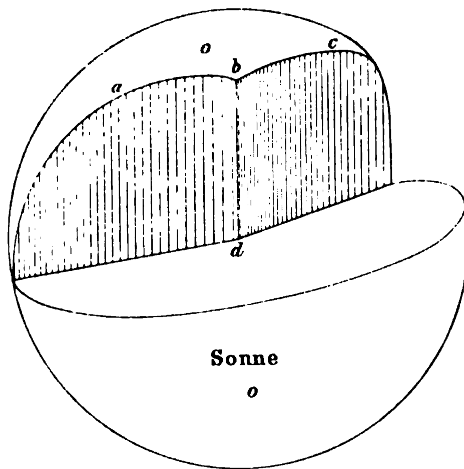
Indem ich mich nun dazu wende, auf Grundlage der vorgetragenen, von mir vertretenen Theorie die einzelnen wunderbaren Erscheinungen, welche uns der Anblick der Sonne darbietet und welche den Astronomen und Physikern bis heute unerforschte Räthsel geblieben sind, zu erklären, gehe ich von der schon erwähnten Oberflächenbeschaffenheit der Sonne aus. Dieselbe zeigt also ein granulirtes Aussehen, wobei die einzelnen Körner in beständiger Bewegung sind. Dieses marmorirte Aussehen reicht jedoch nur bis etwa zum 60. Grade nördlicher und südlicher Breite, während es von da bis zu den Polen nicht mehr beobachtet wird.

Ich habe schon bei der Auseinandersetzung der Bewegungen auf der Sonne angedeutet, woher dies eigentümliche marmorirte Aussehen der Oberfläche stammt. Die sogenannten Körner sind nichts anderes als fortwährend wechselnde, neben einander liegende aufgestiegene Theilchen, die bei ihrer Ankunft an der Oberfläche, ihre Wärme ausstrahlend und nach ihren Rändern abgleitend, die Materie in Bewegung setzen. Sie machen den folgenden Tropfen Platz, die unter den gleichen Erscheinungen ihren Weg nach der Oberfläche nehmen.

Ich habe in den nachstehenden *Figuren 9* und *10* versucht, aus der Sonne eine herausgeschnittene Ecke, ***Figur 9,*** zur Anschauung zu bringen, wobei *o* die Oberfläche der Sonne,

abd und *bdc* zwei verticale Schnitte und *abc* irgend einen Winkel darstellen. In *Figur 10,* einem Abbilde der Ecke, sehen wir in den verticalen Schnitten die auf einander folgenden aufsteigenden warmen Tropfen, auf der Oberfläche *o* die Erhabenheiten, wie solche die Linien *ab* und *bc* markiren, ihre Wärme abgebend, sich verflachen, verschwinden und durch folgende aufsteigende ersetzt werden. Da der Verbrauch der Wärme ein enormer ist, muss dieses Ersetzen auch sehr schnell geschehen; eine stetige Veränderung der Oberfläche in den sich zeigenden Erhabenheiten ist daher erklärlich.

Figur 9.

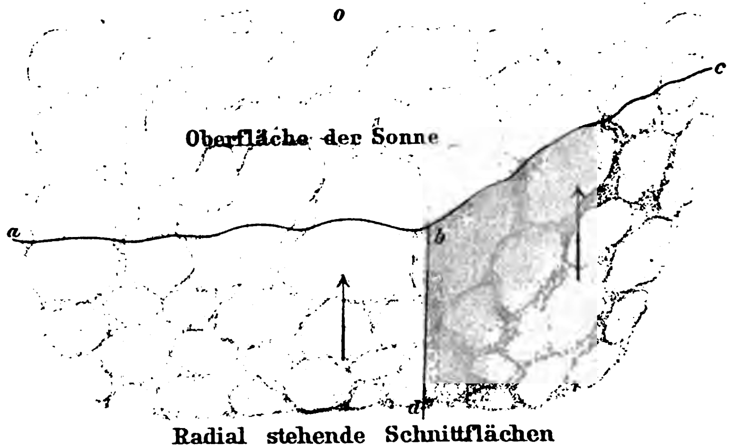


Zugleich erkennt man, warum das granulirte Aussehen in höheren Breiten schwindet; das Aufsteigen der Tropfen findet ja erst statt, wenn die vom Pol nach dem Centrum sinkenden Massen durch die Reibung erheblich erwärmt worden sind, was eben erst geschehen ist, nachdem sie schon einen Theil des Weges zurückgelegt haben, also etwa beim 60. Grad.

Die nächste *räthselhafte Erscheinung,* welche bisher trotz aller Ansätze und Versuche noch unerklärt ist, bilden die *Sonnenflecke.* Auch sie kommen, wie schon erwähnt, nicht gleichmässig auf der ganzen Oberfläche vor, sondern vorwiegend in den Gürteln zwischen dem 10. und 30. Breitengrade,

seltener in der Aequatorialregion und bis zum 40. Breitengrade, darüber hinaus nur noch ganz vereinzelt. Die Sonnenflecke bestehen aus einem *dunklen Kern,* der gleichsam von einem *Halbschatten,* der sogenannten *Penumbra,* umgeben ist. Dieser Halbschatten ist aber nicht von gleichmässiger Helligkeit, sondern nimmt nach der Mitte, nach dem dunklen Kerne

Figur 10.

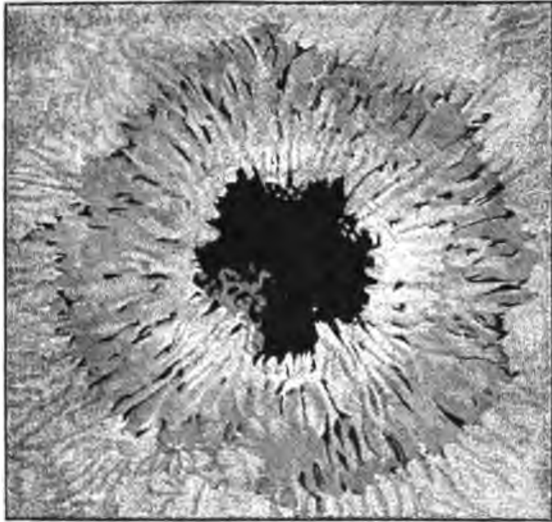


hin beständig an Helligkeit zu, so dass er in der nächsten Umgebung des dunklen Flecks sogar heller ist als die übrige, fleckenlose Oberfläche der Sonne, ein Umstand, welcher bisher nicht genügend hervorgehoben und beachtet worden ist, obgleich er auf allen Abbildungen deutlich zur Anschauung kommt, wie z. B. die *Figuren 11* und *14,* Abdrücke aus *Secchis* Buch „Die Sonne", deutlich zeigen.

Die *Penumbra* erleidet merkwürdige Veränderungen, wenn der Fleck während der Umlaufszeit der Sonne sich dem Rande derselben nähert. Sie verliert ihre symmetrische Form, indem

der nach dem Mittelpunkt der Sonne gerichtete Theil immer schmaler wird und endlich vollständig verschwindet, wogegen der entgegengesetzte, von dem Mittelpunkt der Sonne abgekehrte Theil seine Dimensionen nahezu beibehält. In *Figur 12* ist ein und derselbe Fleck in verschiedenen auf einander folgenden Stellungen, während er von der Mitte nach dem Rande zu rückt, abgebildet; dabei sind diese Aenderungen in der Form der Penumbra deutlich wahrzunehmen. Wenn der am westlichen Rande der Sonne verschwundene Fleck nach vierzehn Tagen am östlichen Rande wieder zum Vorschein kommt, ist dieselbe Erscheinung zu beobachten; der Fleck durchläuft ähnliche Entwickelungsphasen, bis in der Mitte der Sonne die Penumbra wieder vollständig symmetrisch zu den Contouren des Kernes ist.

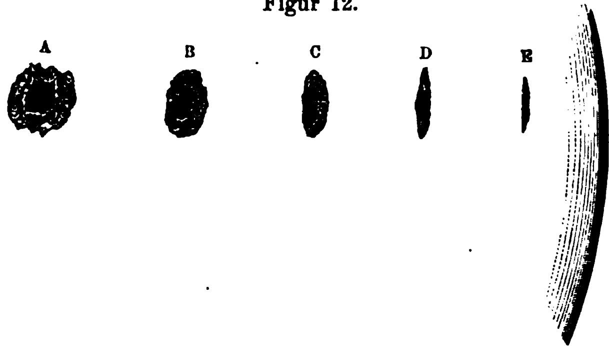
Figur 11.



Diese nach ihrem ersten Beobachter *Wilson*sches *Phänomen* genannte Erscheinung zeigt sich nicht bei allen Flecken in derselben Regelmässigkeit der Ausbildung; das rührt daher, dass weder die Penumbra noch der Kern bei allen Flecken dieselbe Form haben, sondern vielgestaltige Verschiedenheiten

hierbei vorkommen. Jedenfalls beweist der Umstand, dass die Penumbra in der Mitte der Sonne ihre alte Form wieder gewonnen hat, dass die Veränderungen nur scheinbare sind und von der Wirkung der Perspective herrühren. Sie wurden als Stütze der schon erwähnten *Herschel*schen Anschauung, nach welcher die Sonnenflecke Löcher in der Sonnenhülle darstellen, herbeigezogen, und sollten sogar dazu dienen, die Tiefe dieser Löcher zu berechnen. *Secchi,* welcher die Flecke ebenfalls für

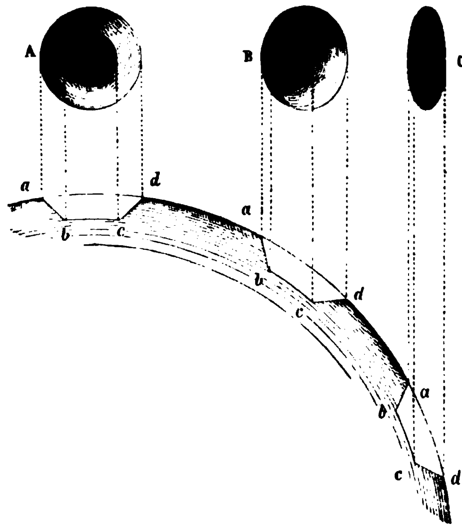
Figur 12.



Vertiefungen hält, giebt die Erklärung des *Wilson*schen Phänomens in folgender Weise: „Es sei *abdc (Figur 13)* eine kegelförmige Höhlung; *ad* und *bc* seien die Durchmesser der Grundkreise. Betrachtet man diese *Höhlung* in einer zu *ad* senkrechten Richtung, so zeigt sie eine symmetrische Contour *A;* sieht man aber in schiefer Richtung nach derselben hin, wie in *B,* so erscheint der Rand *ab* in der Projection kleiner, die Seite *cd* aber etwas grösser oder fast unverändert, wenn die Höhlung nicht sehr tief ist. Wird die Sehlinie noch schiefer, so projicirt sich der Rand *ab* auf den Boden *bc,* wie es sich in *C* darstellt, und kann diesen sogar ganz überdecken.

Alle diese Ansichten werden um so mehr von einander abweichen, je tiefer die Höhlung ist; befindet sich diese dagegen nur in der Oberfläche, so verschwindet auch der Boden nur bei einer sehr schiefen Richtung der Sehlinie, was bei der Sonne ausschliesslich an den Randtheilen vorkommen kann. Hier ist denn die Beobachtung sehr schwierig und erfordert vorzügliche Instrumente. Man sieht übrigens leicht ein, dass eine solche Beobachtung immerhin möglich ist; gelingt sie, so kann sie dazu dienen, mittels der gefundenen Werthe für die verhältnissmässigen Dimensionen der Penumbra und des Momentes, wo diese den Kern berührt, die wirkliche Tiefe dieser Höhlungen zu berechnen."

Figur 18.



Dass eine derartige Voraussetzung jeder physikalischen wie mechanischen Möglichkeit entbehrt, ist schon hervorgehoben. Bei der grossen Schwere auf der Sonne ist überhaupt auf deren Oberfläche ein Loch geradezu ein Unding, besonders eine Oeffnung, die eine und mehrere Umdrehungen der Sonne selbst zu überdauern vermöchte! Kann man sich beispielsweise auf dem gewaltigen Ocean ein Loch inmitten der Wassermasse vorstellen, sei es ein kleines, sei es ein solches von

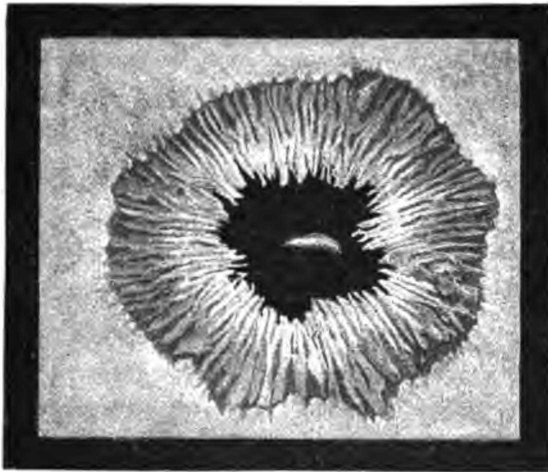
Meilen im Durchmesser? Sofort gleichen sich alle Unebenheiten der Oberfläche nach den Gesetzen der Schwere aus. Und auf einem Körper wie die Sonne, wo die Schwere das 27,3fache die der Erde übersteigt, sollte in ihrer flüssigen Oberfläche sich eine Oeffnung bilden und dauern können, ohne dass sich in Secunden dieselbe sofort wieder schlösse?

Die zutreffende Erklärung dieser ganzen Erscheinung, welche ich später geben werde, wird die geschilderten Veränderungen in leichter Weise ebenfalls als eine Wirkung der Perspective darstellen; aber man muss, wenn diese Veränderungen der Penumbra auch nur scheinbare sind, durchaus nicht annehmen, dass die Sonnenflecke dauernde, unveränderliche Bestandtheile der Oberfläche der Sonne sind; vielmehr entstehen sie und vergehen dann wieder, so dass einzelne Flecke nur während einer verhältnissmässig kurzen Zeit der Beobachtung zugänglich sind, die allerdings, wie schon bemerkt, zuweilen mehrere Umdrehungen der Sonne überdauert. Die *Entstehung* eines Fleckes kündigt sich stets durch eigenthümliche Bewegungen, durch eine eigenthümliche Unruhe der Materie auf der Oberfläche der Sonne an. *Secchi,* wohl der fleissigste und aufmerksamste Beobachter der Sonne, schreibt darüber:

„Die Zeit, welche zum Entstehen und zur Ausbildung eines Fleckes erforderlich ist, ist ungemein verschieden, es herrscht dabei durchaus keine Regelmässigkeit; einige Flecke bilden sich sehr langsam, andere entstehen fast plötzlich. Wenn man jedoch die Sonne mit Sorgfalt Tag um Tag betrachtet, so erkennt man doch bald, dass, wie schnell auch die Entwickelung des Fleckes vor sich gehen mag, sie doch nie ganz plötzlich erfolgt. Das Auftreten eines Fleckes kündigt sich stets einige Tage vorher an; man gewahrt dann in der Photosphäre der

Sonne eine grosse Bewegung, die sich bald durch Fackeln, bald durch Poren und durch die Abnahme der leuchtenden zwischen den Poren befindlichen Schicht zu erkennen giebt; die Poren selbst schieben sich Anfangs mit grosser Geschwindigkeit hin und her, bis eine von ihnen die Oberhand zu gewinnen scheint und sich zu einer weiten Öffnung gestaltet. Im ersten Augenblicke der Entwickelung zeigt sich noch keine begrenzte Penumbra, sie tritt aber nach und nach immer deutlicher hervor und wird, wie *Figur 14* zeigt, in dem Maasse, wie der Fleck selbst die rundliche Gestalt annimmt, immer regelmässiger."

Figur 14.



Schliesslich sei über die äussere Erscheinung der Flecke noch bemerkt, dass sie nicht zu allen Zeiten gleich häufig auftreten, sondern, wie schon hervorgehoben, eine Häufigkeitsperiode von sechs bis elf Jahren haben, was zwar vor zehn bis zwanzig Jahren noch vielfach bezweifelt wurde, durch die langen Untersuchungsreihen des Professors *R. Wolf* in Zürich jedoch ganz sichergestellt worden ist.

Was nun die Erklärung der Sonnenflecke anlangt, so war es namentlich *Kirchhoff*, welcher die *Herschel*sche *Theorie*

bekämpfte und für völlig unzulässig erklärte. Er sieht die Flecke als *Wolkenmassen* an, welche in der gasförmigen Sonnenatmosphäre schwimmen. So annehmbar eine solche Anschauung, welche auch schon *Galilei* sich gebildet hatte, auf den ersten Blick erscheint, so unmöglich ist sie bei näherem Eingehen. Schon bei der Erklärung des *Wilson*schen *Phänomens* muss *Kirchhoff* zu *zwei* Wolkenschichten seine Zuflucht nehmen, welche während einer ganzen Rotation der Sonne gegen einander eine unveränderte Lage behalten, gleichsam, als wären sie fest mit einander verbunden.

Noch unhaltbarer ist die Theorie von *Zöllner*, wonach die Sonnenflecke aus festen *Schlackenmassen* bestehen, welche auf der flüssigen Sonnenoberfläche schwimmen. Dem widerspricht schon die grosse Veränderlichkeit in der Gestalt der Kerne, ganz abgesehen davon, dass aus den Bewegungen der Sonnenmaterie, wie sie im vierten und fünften Kapitel dargelegt sind, unwiderleglich hervorgeht, dass *feste* Schollen höchstens in höheren Breiten vorkommen können, also in Regionen, in welchen Sonnenflecke überhaupt nicht beobachtet werden.

Den ersten Fingerzeig zur Erklärung der Sonnenflecke gaben mir die betreffenden Beobachtungen an den glühendflüssigen Eisenmassen in dem früher erwähnten Sumpf. Wenn ich in dem heissen Eisen die Rührkelle von unten nach oben bewegte, ohne mit derselben die Oberfläche zu durchbrechen, also so zu sagen den unteren Eisentheilen eine Bewegung nach oben gab, so konnte ich Erhebungen der Oberfläche oder kleine Erhöhungen erzeugen, die genau das Bild eines Sonnenfleckes darstellten und nur die hellen Ränder nicht zeigten, weil diese in Bezug auf die Sonne anderen optischen Ursachen zugeschrieben werden müssen. Ich sah die Erhöbung sich spiegeln, das Abgleiten des Eisens von derselben und das Aus-

laufen der Adern; die Erhöhung selbst erschien je nach der Gewalt der aufsteigenden Eisenmasse in vielen Zerklüftungen neben einander, ja es entwickelte sich sogar der *rothviolette Schein* in der Mitte des Kernes, wie ihn *Secchi* in seinem Buche „Die Sonne" inmitten seiner Sonnenflecke gezeichnet hat.

Wenn nun die Sonnenflecke einer ähnlichen Ursache ihre Entstehung zu danken hätten? Welche könnte es sein und auf welchem Wege könnte die Bildung der Flecke ihre Erklärung finden? Wenn aus dem Inneren der Sonne aufsteigende wärmere Theile der Materie dasselbe besorgten, was in dem Sumpf meine Rührschaufel that? Indem ich mir diese Fragen vorlegte, begann ich, die Ursache der Sonnenflecke in aufsteigenden Tropfen der Sonnenmaterie zu suchen, welche aus dem Inneren nach der Oberfläche streben. An diese Anschauung schloss sich die weitere Frage, auf welche Weise solche aufsteigenden Tropfen in Bewegung gesetzt werden könnten, ob ihre Bewegung vielleicht mit der Wärmeentwickelung der Sonne zusammenhänge, und so fort entwickelte sich in meinem Geiste eine Frage aus der anderen, deren Beantwortung schliesslich das zusammenhängende System ergab, welches ich in den vorigen Kapiteln dargestellt habe. Dass dasselbe richtig ist, d. h. dass es eine zutreffende Darstellung der Vorgänge auf der Sonne ist, wird eben durch die Leichtigkeit bewiesen, womit auf Grund desselben die schwierigsten Probleme der Sonnenphysik ihre Erklärung finden.

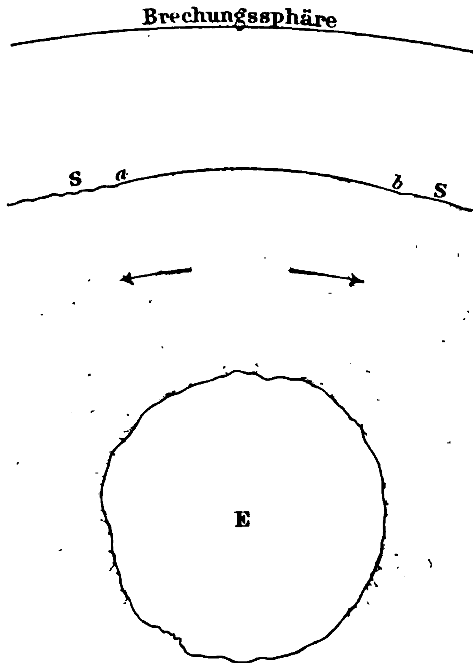
Wende ich mich zu den Sonnenflecken zurück, so sind sie also nach meiner Auffassung durch aufsteigende Tropfen der Sonnenmaterie veranlasst; dass solche Tropfen beständig vom Centrum aus der Oberfläche zustreben, ist bereits in unwiderleglicher Weise dargethan. Zunächst erklärt sich daraus die Zone ihres Vorkommens; denn es ist im fünften Kapitel aus-

führlich dargelegt, dass in der unmittelbaren Nähe des Aequators nur verhältnissmässig wenige Tropfen aufsteigen können, während das häufigste Hervorbrechen derselben in dem Gürtel zwischen dem 10. und 30. Breitengrade stattfindet, und darüber hinaus die Tropfen wieder seltener werden, bis sie bald völlig aufhören. Dann erklärt meine Auffassung der Sonnenflecke auch die Periodicität ihres Maximums; denn die Tropfen werden, wie ausführlich dargelegt ist, dann am reichlichsten aufsteigen, wenn der Mittelpunkt der Sonne sich vom Schwerpunkt des Planetensystems am entferntesten befindet. Es muss daher das Maximum ihrer Erscheinung und der durch sie bedingten Sonnenflecke mit der Umlaufsperiode des Jupiters zusammenhängen, welche etwa elf Jahre beträgt. Natürlich übt auch die *Stellung der anderen Planeten* einen Einfluss aus,. so dass sich ein ganz *bestimmtes System* der *Fleckenbildung* nicht feststellen lässt; immerhin müssen sie am zahlreichsten auftreten, wenn der *Jupiter* seinen Umlauf beendigt hat, wobei noch zu beachten ist, dass die vom Centrum sich loslösenden Tropfen etwa *ein Jahr* brauchen, um bis zur Oberfläche der Sonne zu gelangen.

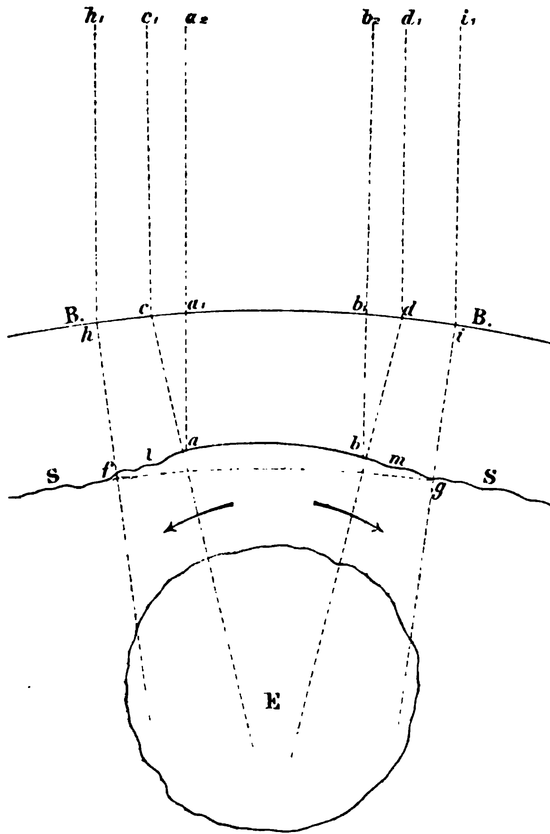
Ich will nun erörtern, welche Erscheinungen ein solcher aufsteigender Tropfen hervorrufen muss. Wir haben oben gesagt, dass die Materie, welche aus dem *Vorrathsmagazin an Gluth,* das im Centrum aufgehäuft ist, nach oben geht, etwa ein Jahr braucht, um die Oberfläche zu erreichen. Nehmen wir also an, dass ein Tropfen jener heissen Masse des Centrums sich vor etwa 300 Tagen losgerissen habe und sich nun der Sonnenoberfläche nähere. Seine Wärme, welche er so lange in sich bewahrt hat, ist noch so bedeutend, dass er leichter als seine Umgebung ist, und er deshalb mit grösserer Geschwindigkeit seinem Ziele, der Oberfläche, zustrebt.

Noch befindet sich zwischen ihm und der letzteren ein Abstand, der vielleicht gleich ist seinem Durchmesser, welcher selbst mehrere Vielfache des Erddurchmessers betragen kann, und dies ist der erste Moment, in dem sich seine Annäherung auf der Oberfläche durch ein gewisses unruhiges Hin- und-Her der Körnchen markirt; diese leuchtenden hellen Flecke, welche die ganze Sonnenfläche überziehen, gewinnen längliche Formen, die strahlenförmig einem Mittelpunkte zugewendet stehen, weil sie sich auf einem über dem Tropfen bildenden Auftrieb befinden. Die Masse der Materie zwischen Tropfen und Oberfläche wird von ersterem verdrängt, daher ein Abgleiten der hellen Theilchen, wie *Figur 15* und *16* durch die Pfeile andeuten, und eine leichte Erhöhung der Oberfläche entsteht. Je mehr sich der Tropfen der Oberfläche nähert, desto deutlicher tritt der Fleck zu Tage, zuerst durch Markirung eines hellen Lichthofes, der nun aber in die eigentliche Form des Fleckes übergeht. Die abfliessende Masse von der gehobenen Beule wird sich nicht in glattem Strom in die Ebene ergiessen,

Figur 15.



Figur 16.



sondern bei der zähen Masse der Sonnenmaterie einen grossen Widerstand in derselben finden, es wird also ein ***rinnenartiger, strahliger Kranz*** den Fleck umgeben, wie ***Figur 16*** angiebt.

Der Einblick in den sich markirenden Conus zusammen mit den Strahlen des ersten Theils des abfliessenden noch ruhigen Ringes ergiebt den hellen Kranz um den dunklen Fleck.

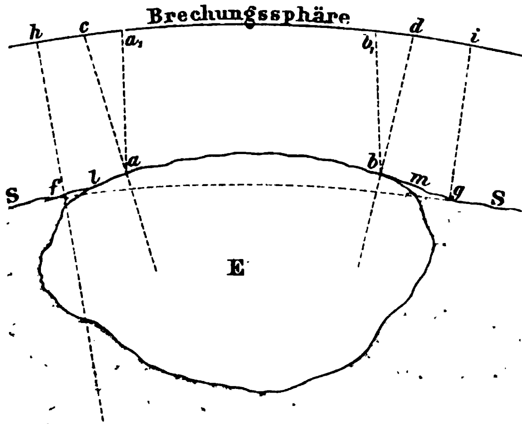
In ***Figur 16*** sehen wir die Peripherie der Sonne *SS,* aber dieselbe nicht eben kreisförmig, sondern mit kleinen Erhöhungen bedeckt

und darunter im Querschnitt eine Unmenge von Theilchen der Sonnenmaterie, die ebenfalls der Oberfläche zutreiben. Sie bilden den permanenten Ersatz für die früher emporgetriebenen Theilchen, die ihre Wärme bereits abgegeben haben, wodurch eben, wie ich schon früher mitgetheilt hatte, das granulirte Aussehen hervorgebracht wird; mitten zwischen diesen Theilchen sehen wir den aufsteigenden Tropfen *E*. Dieser hat also die über ihm befindliche weniger warme Masse der Sonnenmaterie beulenartig weiter erhoben, um sie zu verdrängen. Es entsteht die Warze *ab*.

Die Masse der Sonnenmaterie dieser Warze wird weiter nach allen Richtungen ausweichen und deshalb von *a* nach *f* und von *b* nach *g* abstürzen. Im ersten Drittel dieses Weges wird die Oberfläche dieses Ringes, etwa bis *l* und *m*, noch glatt und spiegelnd sein, dann tritt der abgleitenden Masse, wie schon angedeutet worden, eine zähe, schwerflüssige Masse entgegen, und es wird durch diesen Widerstand eine Oberfläche entstehen, die strahlenförmig, rinnenartig sich ihren Weg bahnt und daher wenig directe Strahlen aussendet. Hier muss ich einige Worte über die Art der Ausstrahlung von der Sonne einfügen, obwohl dieselbe im Zusammenhange erst im nächsten Abschnitte dargelegt werden wird. Aber einige Worte sind auch hier schon nöthig, um die Dunkelheit der Flecke zu erklären. Denn wenn, wie in der umstehenden *Figur 17*, der Sonnentropfen ganz an der Oberfläche erschienen ist, ohne eine wesentliche Aenderung in der Form des Fleckes hervorzubringen, so liegt die Frage nahe, warum die Erhöhung, welche ja zuletzt durch die aus dem Inneren aufgestiegene, also heissere Materie gebildet wird, nicht heller erscheint als ihre Umgebung, sondern vielmehr als dunkler Fleck auf der glänzenden Sonnenoberfläche? Ueberhaupt müssen wir auch,

soll das Phänomen als erklärt gelten, eine genügende Aufklärung der eigenthümlichen Helligkeitsverhältnisse verlangen, welche viele Flecke darbieten, und wie sie z. B. *Figur 14* zeigt. Ich bemerke dabei, dass, wie in dem folgenden Abschnitte über die Natur der Strahlung ausführlich dargelegt werden wird, alle Erscheinungen auf der Sonne für uns nur dadurch sichtbar werden, dass sie sich auf der Grenze der Luftleere, auf der Brechungssphäre projiciren, wo wir sie erblicken, und weiter, dass die Strahlen von der Oberfläche senkrecht, d. h. in Richtung des Radius ausgehen.

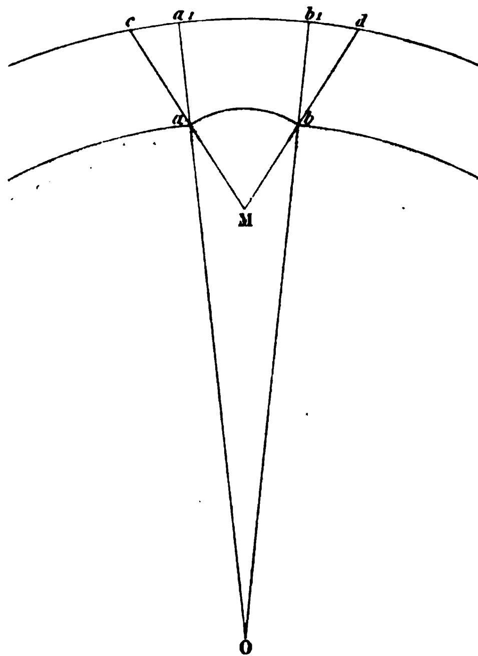
Figur 17.



Dies vorausgeschickt, erklärt sich die Dunkelheit der Sonnenflecke sehr einfach. Ist z. B. *(Figur 18)* ab ein Theil der Sonnenoberfläche, deren Mittelpunkt O sei, so wird sich dieser Theil auf dem der Brechungssphäre angehörigen Theil $a_1 b_1$ abbilden und dort mit der zugehörigen Helligkeit, welche von dem körperlichen Winkel aOb abhängt, sichtbar werden. Wird nun der Theil der Sonnenoberfläche, welchem ab angehört, etwas erhoben, so dass sein Krümmungsmittelpunkt von O nach M rückt, so wird die von ab ausgehende Strahlung sich jetzt auf dem grösseren Stück

cd der Brechungssphäre vertheilen, so dass die Abbildung $a_1 b_1$ weniger Strahlen enthält und daher dunkler erscheinen muss als ein gleich grosses Stück der Brechungssphäre, welches sich über einem glatten Theil der Sonnenoberfläche befindet. Ich habe der besseren Uebersicht wegen die Figur so klein und die Krümmung der Oberfläche so stark gezeichnet, dass die Punkte *M* und *O* noch auf ihr Platz finden. *Figur 16* zeigt die Verhältnisse etwas mehr der Wahrheit entsprechend. Hier sieht man zugleich, dass von den Flächen *al* und *bm*, ungefähr dem ersten Drittel des Weges, den die von *a* und *b* nach dem Niveau der Sonnenoberfläche, nach *f* und *g* abgleitenden Massen zurücklegen, welcher Weg, wie schon gesagt, noch glatt und spiegelnd ist, der Ring $a_1 c d b_1$ der Brechungssphäre Licht erhält; dieser Ring bekommt also sogar mehr Strahlen und muss daher heller erscheinen als die gewöhnlichen Stellen der Brechungssphäre. Wenn wir also in den konischen Ring *cabd* hineinsehen, so muss uns seine Abbildung auf der Brechungssphäre als heller Lichtring $c a_1 b_1 d$ erscheinen. Ueber der *Figur 16,*

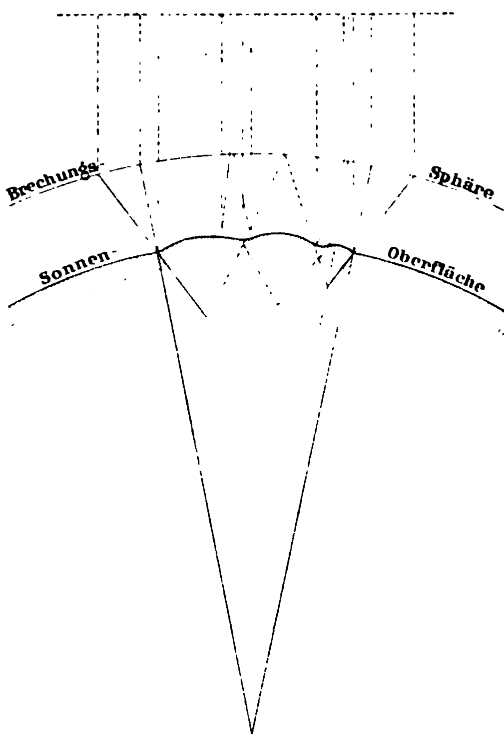
Figur 18.



welche den Querschnitt eines Sonnenfleckes darstellt, habe ich die Projection auf der Brechungssphäre noch einmal als ebene Figur gezeichnet. $a_1 b_1$, die Projection von ab, ist der dunkle, in der Figur gelbliche Kreis $a_2 b_2$. $c a_1 b_1 d$, die Projection des Conus $cabd$, giebt den hellen Lichtring $c_1 a_2 b_2 d_1$, während der Ring $lfmg$, dessen Breite etwa doppelt so gross wie al ist, wegen seiner welligen Oberfläche nur ein strahlig verworrenes Bild $chdi$ auf die Brechungssphäre entwerfen kann, welches in der darüber stehenden Zeichnung durch $h_1 c_1 d_1 i_1$ wiedergegeben ist. Vergleichen wir diese Abbildung des Sonnenfleckes mit derjenigen Figur, welche wir bei *Secchi* sehen, so müssen wir sagen, dass es genau *dieselbe* ist; besonders wenn man bedenkt, dass ich bei meiner Construction für den fleckenbildenden Tropfen die Form einer Kugel gewählt habe, während in Wirklichkeit ein solcher aufsteigender Tropfen sehr verschiedene Formen annehmen kann, also auch sehr verschieden gestaltete Erscheinungen auf der Oberfläche entstehen lassen wird. So würde z. B. eine oben etwas eingedrückte Gestalt des Tropfens eine Erhöhung geben, welche an ihrem obersten Theile eine beliebig gestaltete, etwa längliche Vertiefung hat, wodurch in der Mitte des dunklen Fleckes wieder ein heller länglicher Streifen entstehen müsste, wie ihn die Abbildung *Figur 14* zeigt. Die tausendfach verschiedenen Formen, welche die Tropfen zu Folge der localen Verschiedenheiten annehmen können und annehmen müssen, erklären in ungezwungenster Weise die vielfachen und vielgestaltigen Formen, welche die verschiedenen Sonnenflecke in den einzelnen Details erkennen lassen. In der beigegebenen *Figur 19* habe ich z. B. die Entstehung zweier benachbarter Flecke, welche durch eine helle Rille getrennt sind, und an die sich noch ein kleinerer Fleck anschliesst, angedeutet.

Kommt nun der Tropfen noch näher an die Oberfläche heran und durchbricht sie, wie es in *Figur 17* dargestellt ist, so wird keine wesentliche Aenderung in der Form des Fleckes hervorgebracht. Von nun an breitet sich das Material des Fleckes mehr und mehr aus, um nach einer geraumen Zeit ganz zu verschwinden.

Figur 19.



Nach der eben vorgetragenen Theorie erscheinen uns die Sonnenflecke nur darum dunkel, weil sie sich auf der Brechungssphäre mit etwas weniger Licht projiciren als ihre Umgebung, während von einer absoluten Dunkelheit gar keine Rede sein kann. Schon *Galilei* meinte, der dunkle Kern eines Sonnenfleckes würde uns, in der Finsterniss gesehen, stärker beleuchten als alle übrigen Gestirne zusammengenommen, so dass wir ihn kaum von der vollen Sonne selbst würden unterscheiden können. Thatsächlich erscheinen beim Durchgang des Merkur oder der Venus durch die Sonnen-

scheibe im Vergleich mit diesen schwarzen Planetenscheiben die Kerne der Sonnenflecke sehr hell. Ebenso zeigen sie sich, wenn der vorrückende Mond sie nach und nach bedeckt, im Vergleich mit der dunklen Mondscheibe in einem ziemlich hellen gelblich-bräunlichen Lichte.

Die ungeheure Intensität des Sonnenlichtes und die nachtheilige Wirkung desselben auf unsere Sehorgane ist von jeher für die Beobachtungen aller Vorgänge, welche sich auf der Sonne und in deren Umgebung abspielen, ein störendes Hinderniss gewesen. Es ist natürlich, dass man sich deshalb nach Mitteln umgesehen hat, diese *blendende Helligkeit* zu dämpfen, um dem beobachtenden Auge die optischen Betrachtungen zu erleichtern. Allgemein bekannt und in Anwendung genommen sind Vorrichtungen an den Ocularglläsern der grossen Fernröhre, welche nur so vielen Sonnenstrahlen den Durchgang gestatten, als das menschliche Sehorgan zu ertragen im Stande ist, also vielleicht nur $^1/_{10}$ durchlassen, so dass $^9/_{10}$ von sämmtlichen Strahlen von dem Blendapparate aufgefangen werden.

Dass sich aus diesem Grunde allein die Flecke so schwarz zeigen, lässt sich in einfacher Weise darlegen. Es möge, um eine Zahl zu nennen, angenommen werden, dass von der Erhöhung ab 100000 Lichtstrahlen ausgehen; diese verbreiten ihr Licht auf dem ganzen Raum cd der Brechungssphäre, welcher in unserem Fall doppelt so gross als ab angenommen werde. Es bleiben also für die Beleuchtung des Fleckes $a_1 b_1$ nur 50000 Strahlen übrig, während die ringförmige Fläche $c a_1 b_1 d$ von gleicher Grösse ebenfalls mit 50000 Strahlen erleuchtet ist. Der Ring $afbg$ sei auch doppelt so gross wie ab; er wird also 200000 Lichtstrahlen aussenden. Hiervon fällt das erste Drittel, welches die Buchstaben al und bm an-

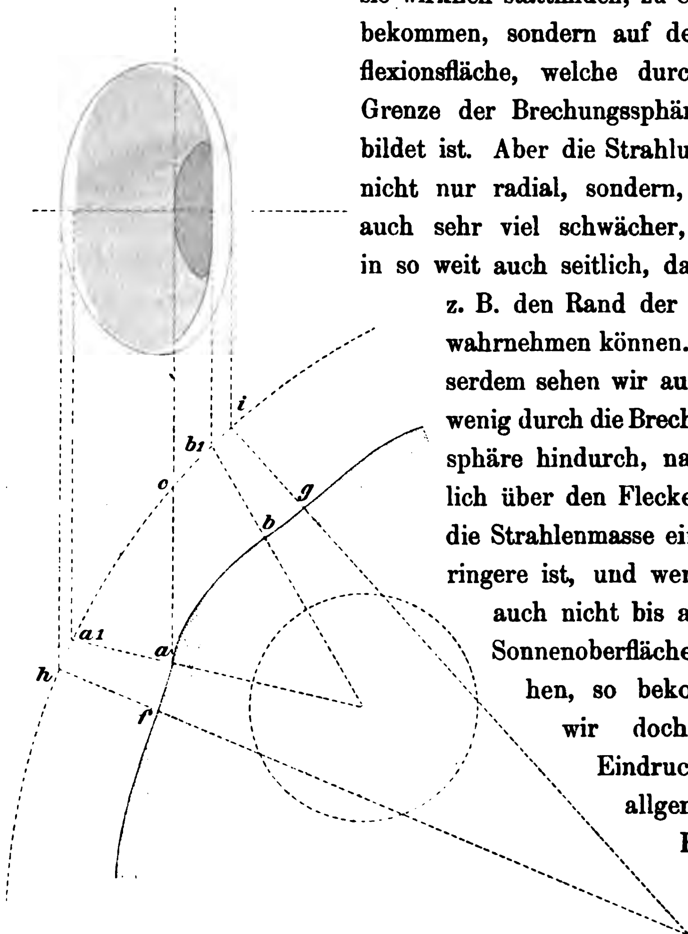
deuten mögen, als von einer glatten Fläche ausgehend, noch mit der Kreisfläche des Conus *acbd* zusammen, also mit circa 66000 Strahlen, so dass der konische Ring mit 50000 + 66000, zusammen mit 116000 Strahlen erleuchtet erscheint, während der Rest des Ringes *lfmg,* seiner welligen Oberfläche wegen, nur das strahlig verworrene Bild *chdi* auf die Brechungssphäre wirft. Sendet die übrige Sonnenoberfläche auf je ein gleich grosses Stück wie *ab* gleichfalls 100000 Strahlen aus und werden durch die Blendgläser $^9/_{10}$ sämmtlicher Strahlen fortgenommen, so erscheint uns also der Kern des Fleckes $a_1 b_1$ mit 5000 leuchtenden Strahlen, $c a_1 b_1 d$ mit 11600, der Ring *chdi* mit hellen und dunklen Adern, die Sonne selbst mit 10000 leuchtenden Strahlen; es tritt also hier der Fleck viel dunkler, der Ring $c a_1 b_1 d$, die sogenannte Penumbra, ein wenig heller als die Sonnenfläche selbst entgegen, wie es auch die Abbildungen der Sonnenflecke zur Darstellung bringen.

Wenn an manchen Wintertagen der Himmel mit Nebel bedeckt ist, so treten aus diesem nicht selten die mattglänzenden Umrisse der Sonnenscheibe hervor. Diese Erscheinung können wir mit blossen Augen sehr gut beobachten, aber auch, was mehr ist, etwas anderes von ganz besonderem Interesse. Sind nämlich gerade dann sichtbare Sonnenflecke auf der Scheibe, so können wir sie als leicht bräunlich gefärbte kleine Flächen sehr schön erkennen, aber auch hier müssen sie noch dunkler als in Wirklichkeit erscheinen, weil der Nebel, ähnlich wie die Blendung des Oculars, der ganzen Fläche gleichmässig das Licht entzieht, weniger leuchtende Punkte demnach in demselben Verhältniss mehr Licht verlieren als die heller erleuchteten.

Die Erklärung des *Wilson*schen Phänomens bietet nun auch nicht mehr allzu grosse Schwierigkeiten dar. Es ist be-

reits hervorgehoben, dass die Ausstrahlung von der Sonne radial geschieht und dass wir sämmtliche Erscheinungen auf der Sonnenoberfläche nicht da, wo sie wirklich stattfinden, zu Gesicht bekommen, sondern auf der Reflexionsfläche, welche durch die Grenze der Brechungssphäre gebildet ist. Aber die Strahlung ist nicht nur radial, sondern, wenn auch sehr viel schwächer, doch in so weit auch seitlich, dass wir z. B. den Rand der Sonne wahrnehmen können. Ausserdem sehen wir auch ein wenig durch die Brechungssphäre hindurch, namentlich über den Flecken, wo die Strahlenmasse eine geringere ist, und wenn wir auch nicht bis auf die Sonnenoberfläche sehen, so bekommen wir doch den Eindruck der allgemeinen Hellig-

Figur 20.



keit in der Luftleere rings um die Sonne. Denken wir uns also *Figur 16* nach links rotirend, so ist es dasselbe, als ob unser Auge nach rechts wanderte. Dann wird aber, wenn

unser Auge in der Pfeilrichtung steht, der Eindruck folgender werden *(Figur 20):* Durch den Theil $b_1 c$ der Brechungssphäre sehen wir auf den Fleck $a b$ hinab, während in $b_1 i$ die Strahlenfülle uns dies kaum erlaubt. Die Folge ist die nothwendig verkürzte Form des Fleckes. Dagegen am anderen Ende sehen wir durch die Brechungssphäre $c h$ hindurch die allgemeine Helligkeit, welche von der Strecke $a f$ des Fleckes und von der sich daran schliessenden glatten Sonnenoberfläche ausgestrahlt wird. Dadurch erscheint der Helligkeitsstreifen verbreitert, so dass an dem vom Mittelpunkt der Sonnenscheibe abgekehrten Ende die Penumbra sich erweitern, am anderen Ende sich verkürzen muss, also die Erscheinung, welche *Wilson* zuerst beobachtet hat, hierdurch zu Stande kommen muss.

Siebentes Kapitel.

Die Geburt, Wanderung und Wandelung der Sonnenstrahlen.

Ich habe in der im Vorstehenden entwickelten Theorie, wie ich glaube, endgültig die bisher noch offene Frage erledigt, was für ein Körper die Sonne ist, wie er seine Wärme erzeugt, welcher Art und welches Ursprunges die wundersamen Umwälzungen sind, die auf der Oberfläche und im Inneren der Sonne vor sich gehen und uns bald als Protuberanzen, bald als Fackeln oder Sonnenflecke, und dauernd in dem körnigen Aussehen der Oberfläche zur Anschauung kommen.

Ist so der Schleier weggezogen von der geheimnissvollen Kraft der Wärme, welche allein unser Leben ermöglicht und

bedingt, so sind damit doch noch nicht alle Fragen beantwortet, nicht alle Räthsel gelöst, welche mit dem Centrum unseres Planetensystems, der Königin unserer Tage, der Sonne, zusammenhängen. Freilich bedingt die Wärme allein das organische Leben; aber wie einförmig, wie traurig und kalt wäre unser Dasein, wenn die Sonne neben der Wärme nicht auch das Licht spendete, welches uns den herrlichen Anblick der Natur gestattet. Und nicht nur eine allgemeine Helligkeit sendet uns die Sonne zu, welche uns erlaubt, den täglichen Verrichtungen nachzugehen, sondern in tausendfach wechselnder Form, neben den zartesten Unterschieden der Helligkeit, erscheinen die prächtigen Farben, bald intensiv leuchtend, wenn auch nie so hell wie das weisse Licht, bald durch die unmerklichsten Nüancen und fein abgestufte Töne in einander übergehend. Was wäre unser Leben ohne das saftige Grün der Wiesen und Wälder, ohne das azurne Blau des Himmels, ohne den sanften Schimmer der Morgen- und Abendröthe, ohne die tausendfach wechselnden farbenprächtigen Bilder, welche uns täglich entgegentreten!

Wenn der Geist, entzückt von den Schönheiten, welche die Natur ringsum darbietet, in das Wesen dieser Erscheinungen einzudringen trachtet, so wird er wieder zur Sonne hinaufgeführt. Freilich können wir auch durch irdische Processe Wärme und Licht erzeugen, aber doch nur in verschwindendem Maasse; wie die eigentliche Lebenswärme in der Sonne ihren Ursprung hat, so ist sie auch die Quelle des Lichtes und der Farben, welche unser Auge erfreuen. Aber wie erzeugt sie dieses Licht, wie sendet sie es uns zugleich mit lebenspendender Wärme durch den kalten, farblosen, leeren Raum zu, um auf der Erde empfindende Menschen zu schaffen und zu erfreuen?

Die Entstehung des Lichtes ist immer und überall an die Wärme gebunden. Ohne Wärme giebt es kein Licht, und wo Licht und Farben erscheinen, da muss auch Wärme vorhanden sein. Umgekehrt tritt Wärme häufig auf, ohne Licht und Farben im Gefolge zu haben. Der Ofen, welcher die Wärme ausstrahlt und uns die Kälte des Winters besiegen hilft, er leuchtet nicht mit eigener Glut; aber Licht kann nie ohne Wärme erzeugt werden. Wenn auch die Luft auf der Höhe unserer Gebirge hell ist, ohne warm zu sein, so sind wir doch überzeugt, dass die letzte Quelle dieses Lichtes in der Sonne zu suchen ist, welche zugleich ja die Quelle der Wärme ist, dass also auch hier die Entstehung des Lichtes an die Wärme gebunden ist.

Welcher Art ist nun dieser Zusammenhang? Um ihn zu ergründen, wollen wir wieder von allgemein bekannten oder doch leicht zu prüfenden Thatsachen ausgehen.

Bei weitem die meisten Körper unserer Umgebung sind nichtleuchtend. Das Licht, das sie in unser Auge senden, die Farben, in welchen sie uns erscheinen, gehören nicht ihnen an als eine ihnen dauernd zukommende Eigenschaft, sondern die Sonnenstrahlen und das Sonnenlicht, welches in unserer Atmosphäre verbreitet auf sie fällt, ruft alle Farbenerscheinungen und alle Helligkeit hervor; in dunkler Nacht ist nichts von ihnen wahrzunehmen. Aber es giebt auch Körper, die in der dunkelsten Nacht leuchten und uns einen geringen Ersatz für die Helligkeit des Tages schaffen. Wodurch unterscheiden sich nun diese von den nichtleuchtenden Körpern? Durch nichts anderes als durch ihre Temperatur? Nehmen wir einen dunklen schwarzen Körper, wie Russ, so müssen wir ihm, wollen wir ihn zum Leuchten bringen, dauernd Wärme zuführen. Zunächst bewirkt die zugeführte Wärme gar nichts anderes,

als dass er heisser wird, ohne leuchtend zu werden und Licht auszusenden; seine Temperatur steigt auf 100 Grad, auf 200 Grad und weiter auf 300, 400, 500 Grad, ohne dass er doch sein tiefschwarzes Ansehen verändert. Wenn wir durch Zuführung von Wärme die Temperatur noch etwas steigern, bis 525 Grad, dann fängt der Körper an, eigenes Licht auszusenden; aber er erstrahlt nicht in hellglänzendem, weissleuchtendem Lichte, sondern in schwacher Rothgluth, welche bei weiter zunehmender Temperatur heller wird. Steigert man die Temperatur weiter und weiter, so wird auch das Leuchten des Körpers heller und heller, bis er in weissglänzendem Lichte erstrahlt.

Diese Thatsache beweist einmal, dass das Licht durch die Wärme erzeugt wird, und zweitens, dass das helle weisse Licht nichts Einfaches, sondern etwas sehr Complicirtes und Zusammengesetztes ist, da das Leuchten nicht mit weissem, sondern mit rothem Lichte beginnt. Dass das weisse Licht das zusammengesetzte, das farbige dagegen das einfache ist, wurde bereits von *Newton* entdeckt und durch eine Reihe sinnreicher Experimente nachgewiesen. Da die Zerlegung der weissen Strahlen in ihre elementaren, farbigen Bestandtheile, und die Zusammensetzung der elementaren Strahlen zu weissem Licht in meiner Theorie der Sonnenstrahlen eine besonders hervorragende Rolle spielt, so will ich die wichtigsten Thatsachen, welche dies beweisen, hier anführen:

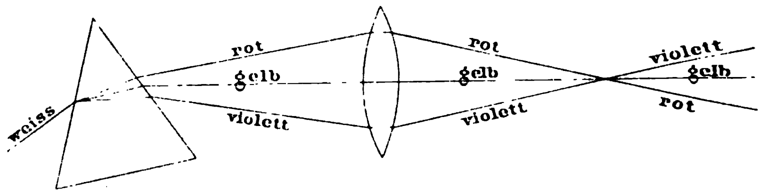
Lässt man ein Bündel weisser Lichtstrahlen durch ein enges Loch in ein finsteres Zimmer treten, so entsteht auf einer der Oeffnung gegenüberliegenden weissen Tafel ein heller Fleck, ein deutliches Bild der Tafel. Hält man zwischen die Oeffnung und die weisse Tafel ein Glasprima, so dass die Lichtstrahlen durch dasselbe hindurchgehen müssen, bevor sie

an die Tafel gelangen, so verschwindet das Bild von der Stelle, an welcher es sich, dem Flecke gegenüber, vorher befand, und tritt in einer seitlichen Entfernung davon auf, aber nunmehr nicht als einfaches helles Bild der Oeffnung, sondern dieses Bild ist zu einem breiten Bande auseinander gezogen, wobei es zugleich in den verschiedensten Farben erscheint, so dass eigentlich eine Reihe farbiger Bilder der Oeffnung dicht neben einander liegen. Die Farben zeigen dabei (im Allgemeinen) eine regelmässige Aufeinanderfolge, so dass sie mit Roth beginnend durch Gelb und Grün zum Blau und Violett fortschreiten. Die genannten fünf Farben sind aber nicht streng von einander geschieden, sondern es zeigt sich zwischen ihnen ein continuirlicher Uebergang, so dass man es in Wahrheit mit unendlich vielen farbigen Strahlen zu thun hat; auch unser Auge erkennt in den neben einander liegenden Farben viele Tausende feiner Nüancirungen, welche wir mehr oder weniger auch sprachlich zum Ausdruck bringen. Gewöhnlich unterscheidet man nach dem Vorgange *Newtons* sieben Grund- oder Regenbogenfarben, indem man zwischen Roth und Gelb noch Orange, zwischen Blau und Violett noch Indigo einschiebt.

Geht aus dem geschilderten Experiment klar hervor, dass das weisse Licht etwas Zusammengesetztes ist, so kann man ebenso leicht beweisen, dass die entstandenen farbigen Strahlen auch wirklich einfache, elementare Strahlen sind. Man braucht nur in den Schirm, welcher das farbige Bild, das sogenannte Spectrum, auffängt, an der Stelle, wo ein farbiger Strahl auftrifft, eine kleine Oeffnung zu machen, so dass der Strahl weiter geht, so kann er zwar noch oft von seinem Wege abgelenkt, niemals aber weiter zerlegt werden. Dagegen giebt die Vereinigung aller Strahlen wieder Weiss; lässt man sie sämmtlich auf ein Brennglas, eine Linse, fallen, so erhält

man in dem Vereinigungspunkt, wo sich alle Strahlen treffen, ein helles weisses Bild, während vor und hinter demselben wieder das farbige Spectrum, aber natürlich in einander entgegengesetzter Farbenfolge, beim Auffangen auf einem Schirme sichtbar werden würde. Zur Veranschaulichung diene nachstehende *Figur 21,* welche wohl ohne weitere Erläuterung verständlich sein wird. Näher will ich auf die Gesetze der Brechung, der Farbenzerstreuung, überhaupt auf alle Erscheinungen, welche die Lichtstrahlen in unserer Atmosphäre zeigen, nicht eingehen; dieselben sind in allen Lehrbüchern der Physik

Figur 21.

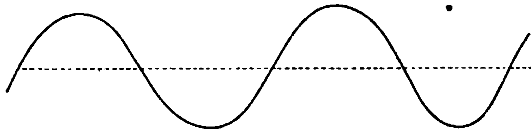


eingehend auseinandergesetzt. Mir kam es nur darauf an, die Annahme elementarer Lichtstrahlen zu rechtfertigen; im Uebrigen aber betrachte ich die Lichtstrahlen *in den Himmelsräumen,* also unter Bedingungen, welche unserem Experiment unzugänglich sind, so dass die Annahmen über die Natur der Strahlen lediglich aus den Erscheinungen am Himmel hergeleitet werden müssen. Unter dem Strahl selbst verstehen wir die Richtung, in welcher von dem strahlenden Centrum aus Licht in unser Auge fällt. Was in dieser Richtung objectiv vor sich geht, können wir der Natur der Sache nach nicht wissen, sondern nur Vermuthungen, Hypothesen darüber aufstellen. Ich theile zunächst die allgemeine Annahme der Physiker, wonach es sich um Schwingungen handelt, die im Aether vor sich gehen. Deutet die punktirte Linie *(Figur 22)* den

Strahl an, so würde die ausgezogene Linie die Vertheilung und Anordnung der Aethertheilchen zu irgend einer Zeit darstellen, und dieses Bild würde sich, der Natur einer Wellenbewegung entsprechend, fortbewegen, während die Aethertheilchen im Wesentlichen nur um ihre Gleichgewichtslage hin und her pendeln. Diese Schwingungen sind nach den Angaben der Physiker von unfassbarer Kleinheit; denn sie betragen nur ganz geringe Bruchtheile der Wellenlängen, welche selbst nur Milliontel von Millimetern lang sind.

Kehren wir nun wieder zur Sonne zurück, so haben wir schon gesehen, dass sie ein im Zustande der höchsten Weissgluth befindlicher Körper ist. Sie ist also so heiss, dass sie nicht einzelne farbige, elementare Strahlen, sondern hellleuchtende ausendet. Diese, radial ausstrahlend, treten von der Sonne in einen leeren, mit Wärme angefüllten Raum, den sie mit intensivem Lichte erfüllen. An der Grenze dieser Luftleere ankommend, ist der Stoff, in den sie nun eintreten, wie dünn er auch sein mag, doch dicht genug, die Lichtschwingungen in ihre einzelnen Bestandtheile zu zerlegen, so dass die unendlich vielen elementaren Strahlen, in die ein leuchtender Strahl zerfällt, aus einander laufen. Allerdings gehen auch sehr viele elementare Strahlen neben und hinter einander her, weil ja von der glühenden Oberfläche eine unendliche Menge leuchtender Strahlen herkam. Ein Bild der Vorstellung, welche ich von dem habe, was in einer bestimmten Richtung vor sich gehen kann und oft vor sich geht, giebt die umstehende *Figur 23,* in welcher die

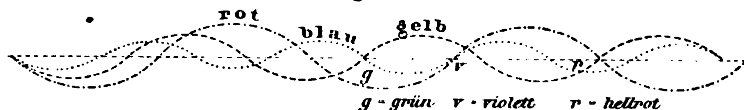
Figur 22.



verschieden punktirt gezogenen Linien die Wellenbewegungen der bezeichneten Strahlen andeuten sollen. Diese Figur schiebt sich vorwärts, und je nachdem die Einwirkung eines, mehrerer oder beinahe aller Strahlen das Auge treffen, erhalten wir den Eindruck des einfarbigen oder des aus mehreren oder fast allen Farben zusammengesetzten Lichtes; das letztere ist blendend weiss, während das erstere dem Auge verschiedenfarbig erscheint, je nach den Farben, die es zusammensetzen.

Um Missverständnissen vorzubeugen und meine Ansicht speciell auch in ihrem Unterschiede von den heute gebräuch-

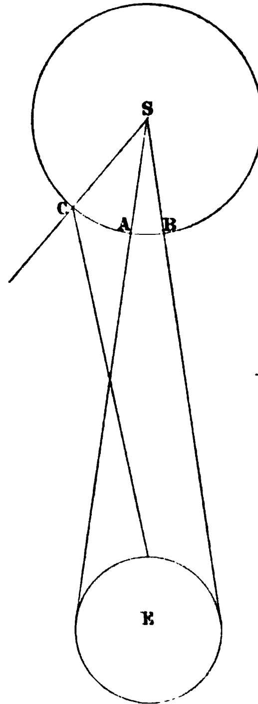
Figur 23.



lichen Meinungen scharf hervorzuheben, betone ich die *radiale* Ausstrahlung und ihre Consequenzen noch ganz besonders. Sei *S (Figur 24)* der Mittelpunkt der Sonne, so gehen von ihrer Oberfläche, abgesehen von den Stellen der Sonnenflecke, die Strahlen so aus, als kämen sie von dem Mittelpunkte *S* her; wenigstens ist die in anderer Richtung gehende Strahlung gegenüber der radialen nur unbedeutend und wird um so schwächer, je weiter sie sich von der radialen entfernt. Wir erhalten auf der Erde daher vorzugsweise die Strahlen, welche von der engen Zone *AB* ausgehen, die um so kleiner wird, je grösser die Entfernung ist, und bei Fixsternen bis auf einen Punkt herabsinkt, so dass wir von dort lediglich *einen* Strahl, oder genauer ausgedrückt, elementare Strahlen in einer einzigen Richtung erhalten. Vom Punkte *C* aus geht die radiale Strahlung in der Richtung *SC*, während die die Erde treffen-

den Strahlen, wie man sieht, um so mehr von der radialen Richtung abweichen, also um so schwächer werden, je weiter der betrachtete Punkt *C* von der Zone *AB* entfernt ist. Die Zone *AB* ist eine ausserordentlich kleine im Verhältniss zur ganzen Sonne; denn wegen der grossen Entfernung der Erde von der Sonne ist der Winkel *ASB* nur 17,6 Minuten, woraus sich der Bogen *AB* zu 60 Kilometern oder acht Meilen ergiebt, und die Fläche, deren Schnitt *AB* darstellt, zu etwa 3000 Quadratkilometern, also dem 215000millionsten Theil der Sonne. Natürlich ist dieser von uns aus gesehene mittelste Theil der Sonne nicht scharf begrenzt, sondern von ihm aus nimmt die Helligkeit beständig ab, bis sie am Rande ganz schwach geworden ist. Jede gute Sonnenphotographie zeigt dies in deutlicher Weise. Auch sagt der mehrfach erwähnte sorgfältige Sonnenbeobachter *Secchi* gelegentlich der Beschreibung einer von ihm beobachteten Sonnenfinsterniss ausdrücklich: „Wenn man das Verschwinden der Sichel (des letzten Scheines der Sonne bei dem überdeckenden Monde) im Einzelnen näher verfolgen will, muss man ein graduirtes Glas anwenden und es mit der Hand vor dem Ocular halten, um es im letzten Augenblicke schnell entfernen zu können. Man sieht dann deutlich, dass *das Licht in der Nähe des Sonnenrandes sehr schwach* ist. Als wir durch den mittleren Theil des Glases hindurch sahen,

Figur 24.



glaubten wir, dass die Sonne bereits verschwunden sei, während sie durch den dünnsten Theil des Glases betrachtet noch ganz gut zu sehen war. Zwei oder drei Secunden vor dem gänzlichen Verschwinden sahen wir schon die Corona, zwar noch sehr blass, aber doch deutlich begrenzt."

Wie das Schwächerwerden des Sonnenlichtes nach dem Rande hin aus der Annahme der radialen Strahlung folgt, so ist umgekehrt das thatsächlich beobachtete Schwächerwerden ein Beweis für die Richtigkeit der Annahme. Andere Beweise für theoretische Annahmen giebt es überhaupt nicht; dieselben werden ja zu dem Zwecke ersonnen, vorhandene Thatsachen zu erklären, und wenn sie dies leisten, so müssen sie angenommen werden, gleichgültig, ob sie unseren bisherigen Anschauungen entsprechen oder nicht. Das Schwächerwerden des Sonnenlichtes nach dem Rande zu beweist unwiderleglich, dass die Strahlung von einem Punkte der Sonnenoberfläche aus nicht nach allen Richtungen gleichmässig geschieht, sondern dass die radiale Richtung bevorzugt ist. Dies wird auch ganz natürlich erscheinen, wenn man bedenkt, dass es streng genommen gar keine leuchtenden *Punkte* giebt, sondern nur leuchtende *Flächenstücke,* bei denen die senkrechte Strahlung naturgemäss bevorzugt sein muss. Wenn aber auch keine vollständige Analogie zwischen den von einem leuchtenden Punkte auf der Erde ausgehenden Strahlen, also zwischen dem Verhalten der Strahlen, welche sich in unserer Atmosphäre gebildet haben, und demjenigen der Strahlen auf der Sonne und in den Himmelsräumen bestände, so würde mich das nicht kümmern. Ich betone ausdrücklich, dass ich es nur mit dem letzteren hier zu thun habe, und dass meine Ansichten darüber also nicht durch Experimente mit Lichtstrahlen in unserer Atmosphäre beeinflusst werden können. Es handelt sich viel-

mehr lediglich um die Erklärung der Erscheinungen am Firmament, welche durch meine Theorie, wie im Folgenden noch ausführlich gezeigt werden wird, in befriedigender Weise geschieht. Doch will ich gleich hier eine Erscheinung anführen, deren Erklärung den Physikern und Astronomen bisher unüberwindliche Schwierigkeiten bereitet hat, während sie aus der vorgetragenen Ansicht ohne Weiteres sich als logische Consequenz ergiebt: ich meine die räthselhafte Erscheinung des Flimmerns der Fixsterne. Am klaren Nachthimmel zeigt sich ein Heer von Fixsternen, von denen die helleren in flimmerndem, herrlichem Glanze strahlen, die ihres Eindrucks auf das empfängliche Gemüth des Beschauers niemals verfehlen.

Betrachtet man diese Sterne durch ein Fernrohr, welches an ein Fensterkreuz oder an eine Säule angeschraubt ist, wobei sein Bild in das Objectiv tritt, so wird man auch hier ein *Flimmern* des Sternes wahrnehmen, das Bild wird aber erst unsere ganze Aufmerksamkeit fesseln, sobald man das Fernrohr leicht erschüttert. Alsdann erscheint ein herrliches, farbiges Band, welches mit unvergleichlicher Pracht und Schönheit vor unserem Auge tanzt.

Zur Erklärung dieser schönen Erscheinung, welche unserem Nachthimmel einen eigenthümlichen Reiz verleiht, werden von den Naturforschern die sonderbarsten Hypothesen ersonnen. Bald sollen die Lichtstrahlen in den freien Aetherräumen auf Widerstände stossen, bald soll unsere Atmosphäre ihnen einen Widerstand entgegensetzen, so dass zwei benachbarte Strahlen verschieden lange Wege durchlaufen; dies sollen aber weissleuchtende Strahlen sein, durch deren Zusammenwirken das Farbenspiel hervorgerufen werden soll. Ich lasse alle derartigen mindestens sehr sonderbaren Erklärungsversuche, welche, wie mir scheint, nur das Eingeständniss des Unver-

mögens verschleiern, bei Seite, um sogleich die Sache als eine ungezwungene und nothwendige Folge der Grundvorstellungen meiner Theorie erkennen zu lassen.

Sieht man *Figur 24* an, so erkennt man, was ich bereits hervorgehoben habe, dass mit grösserer Entfernung die Zone *AB* kleiner wird, und dass bei der ungeheuren Entfernung der Fixsterne diese Zone, welche uns vorzugsweise Licht zusendet, zu einem einzigen Punkte zusammenschrumpft, so dass wir von den Fixsternen nur Licht in je einer einzigen Strahlrichtung erhalten. In dieser Richtung geht aber kein weissleuchtendes, sondern nur ein elementares Strahlenbündel; denn die Fixsterne sind ja auch gewaltige Sonnen, welche die unserige zum Theil noch an Grösse übertreffen und daher ebenfalls mit einer Luftleere umgeben sind. An der Grenze derselben werden die leuchtend geborenen Strahlen genau wie bei der Sonne in elementare zerlegt, so dass nur solche elementare Strahlen, die in derselben Richtung die Reise durch den unermesslichen Raum zurückgelegt haben, in unser Auge fallen. Dort können sie selbstverständlich nur farbige Bilder hervorrufen, die aber ausserordentlich schnell wechseln. Bei diesem schnellen Wechsel fallen auch *Knotenpunkte,* das sind solche, bei denen ein Zusammenwirken aller elementaren Strahlen eintritt, ins Auge, wo sie dann ein helles Aufleuchten des Sternes bewirken, dem dann sofort wieder ein elementarer Strahl, also ein farbiges Aussehen folgt. Wir haben somit die Erscheinung des Flimmerns. Betrachtet man den Stern durch ein Fernrohr, so folgen in der ruhigen Lage desselben die elementaren Strahlen, welche von dem Sterne ausgehen, an einem und demselben Punkte im Objectiv. Der überwiegende Glanz des leuchtenden Sternes beim Zusammentreffen aller elementaren Strahlen im Knotenpunkt ist dabei für das menschliche Auge so

blendend, dass das empfangene Bild lange auf der Netzhaut des Auges sichtbar bleibt und alle Veränderungen in der Färbung des Sternes unter dem Eindruck des leuchtenden Bildes verschwinden, bis gleich darauf wieder ein neues leuchtendes Bild das verlöschende ablöst und die zuvor empfangenen Eindrücke frisch belebt; das Flimmern tritt daher nicht in der möglichst prächtigen Weise auf. Erschüttert man aber das Fernrohr, so werden die Erscheinungen des Sternes auf immer neue Stellen der Netzhaut fallen, und das Auge sieht im Objectivglas die Aufeinanderfolge der verschiedenen Strahlen wie in einem verschlungenen Bande. Mit anderen Worten, wir unterscheiden die elementaren Strahlen, wie sie, auf einander folgend, zu unserer Wahrnehmung kommen, als Knotenpunkte einiger farbigen Strahlen, dann gleich hinterdrein die Vereinigung aller Strahlen als einen leuchtenden weissen Punkt, welchem darauf ein rother, gelber, blauer, grüner Punkt folgen, bis endlich wieder ein leuchtender Punkt die Verbindung aller anzeigt. Man sieht, dass dadurch ein tanzendes Farbenband zur Erscheinung kommen muss, wie es auch thatsächlich geschieht.

Wenn wir nicht an allen Sternen ein so herrliches Spiel der elementaren Strahlen beobachten können, so liegt die Ursache in der weiten Ferne jener Sonnen, die unserem Auge nicht gestattet, das Spiel der Farben zu erkennen. Es sieht nur das Bild eines matt leuchtenden Sternes; sein Flinkern allein zeigt an, dass wir in seinem Bilde immer nur den flimmernden Lichtblitz in seiner Continuität sehen. Auch die Sonnen fernster Nebelflecke senden uns nur schwache Scheine eines matten Lichtes; kein Wunder, dass sie deshalb lange für *Weltendunst*, für *Baumaterial zukünftiger Welten* gehalten wurden. Es zeigt uns also der eine Strahl, welcher von den

Fixsternsonnen zu uns kommt, die Einheit von dem, was uns unsere Sonne in der Fülle der Lichtstrahlen nur ahnen lässt, dass nämlich nur elementare Strahlen, von den Sonnen ausgehend, den Aether durchstreifen, und dass das Licht in elementarer Einfachheit uns von der Sonne zugesandt wird.

Wenn wir trotzdem die Sonne hell leuchtend erblicken, so liegt das an der unendlichen Fülle von Strahlen, die sie uns zusendet, welche bewirken, dass stets eine Reihe von Knotenpunkten in unser Auge fallen, deren blendender Glanz alle anderen Erscheinungen überstrahlt. Diese unendliche Fülle von Strahlen giebt auch den Grund an, warum der Mond in mildem, weissem Lichte glänzt; denn auch er wird von so viel Knotenpunkten der elementaren Strahlen getroffen, dass vor dem Glanze derselben die schwächer leuchtenden farbigen Bilder der elementaren Strahlen nicht aufkommen können. Bei den Planeten rührt der weisse Glanz von anderen Ursachen her, die auch auf der Erde wirksam sind und mit der Atmosphäre zusammenhängen.

Um diesen Zusammenhang näher kennen zu lernen, wollen wir nun die Sonnenstrahlen auf ihrem Wege weiter verfolgen. Wir haben gesehen, dass sie auf dem Sonnenkörper leuchtend geboren werden und von ihm vorzugsweise radial ausgehen; dabei erfüllen sie also die heisse Luftleere rings um den Sonnenkörper mit einer Fluth von Licht. Kommen sie nun an die Grenze der Luftleere, so werden sie in Millionen und Abermillionen elementarer Strahlen zerlegt, wobei also die aus der Brechung *eines* leuchtenden Strahles entstandenen farbigen, elementaren Strahlen sich in der Brechungssphäre der Sonne trennen, um sich nie wieder zu vereinigen.

Aber sehr viele der elementaren Strahlen, die in allen Richtungen neben und durch einander laufen, treffen sich in

der sich mehr und mehr verdichtenden Hülle der Sonne in einzelnen Knotenpunkten und erleuchten diese Hülle dann mit mattem Glanze, welcher vor dem der Sonne verschwindet, bei Sonnenfinsternissen aber als Corona sichtbar wird. Wenn die Strahlen den dichtesten Theil der Hülle durchschritten haben und in den allmählich wieder dünner werdenden Substanzen weiter gehen, so können sie dabei weder Licht noch Wärme zurückgewinnen, eben so wenig wie im Aether, an welchen sie übergehen, nachdem sie bereits alle Wärme abgesetzt haben. Denn es ist ein Grundgesetz, dass die Strahlen, aus dem dichteren in das dünnere Medium tretend, ihren Weg ruhig weiter verfolgen müssen. Nur wenn sie aus der dünneren wieder auf eine dichtere Substanz stossen, kann eine Vereinigung zu leuchtenden und warmen Strahlen wieder geschehen. Wie also die leuchtenden Strahlen zerlegt werden, so können auch die elementaren gesammelt werden; aber beides kann in dem Weltenraume nur eintreten, wenn der Uebergang aus dem dünneren in das dichtere Medium erfolgt. Die elementaren Strahlen also, welche an der Brechungssphäre aus den leuchtenden entstanden und in die dünne Lufthülle der Sonne eingedrungen sind, gehen in dieser über die dichteste Stelle hinaus und weiter in der wieder dünner werdenden Hülle, bis sie an den Aether übergehen. Im Aether selbst können sie ihre Anwesenheit nicht verrathen, da in diesem eben keine Materie vorhanden ist, welche sie etwa beleuchten und erwärmen könnten; aber sie sind, wenn auch in unendlicher Dünne und Feinheit, doch vorhanden und gehen in unendlichen Fluthen nun durch die Räume des kalten Aethers bis zu allen Planeten und erzeugen überall, wo sie sich treffen, Knotenpunkte.

Auch auf unseren Planeten ergiessen sich in unendlicher

Menge diese elementaren Strahlen, welche unsere Atmosphäre von der Uebergangsgrenze nach dem Aether zu bis tief hinein nach dem Ende nach allen Richtungen hin durcheilen. Ist nun der geringste Widerstand in der glühenden Hülle der Sonne schon genügend, den frisch geschaffenen Strahl in seine Elemente zu zerlegen, so gehört zur Vereinigung derselben eine dichtere Luftschicht. Welche Dichtigkeit dazu gehört, und in welcher Höhe unsere Atmosphäre anfängt leuchtend zu werden, kann ich natürlich nicht angeben. Aber ich muss eine bestimmte Grenze annehmen, welche ich die erste Brechungsgrenze nenne, bis zu welcher die elementaren Strahlen ungehindert und unverbunden durch die luftigen Schichten gehen. Die an der ersten Brechungsgrenze leuchtend gewordenen Strahlen durcheilen die Atmosphäre, bis an einer weiteren dichteren Luftschicht, der zweiten Brechungsgrenze, auch die Entwickelung der *Wärmeerzeugung* beginnt. Der leuchtende Sonnenstrahl setzt die von ihm getroffenen Lufttheile in Schwingungen, erzeugt dadurch Bewegung und durch die Bewegung zugleich Wärme. Er durcheilt die Atmosphäre, dabei immer stärkere Wärme erzeugend, die er schliesslich an die Erde abgiebt.

Die Höhe dieser zweiten Brechungsgrenze hat uns die Natur mit aller Zuverlässigkeit zu bestimmen gestattet. Sie liegt auf den Höhen, welche die Unebenheit unserer Erdoberfläche bilden, sie durchbricht weit die Wolkenschichten und ragt in eine Höhe der Atmosphäre hinaus, die zu erreichen die menschlichen Kräfte nicht mehr vermögen, weil die Functionen unserer Organe ihre Dienste versagen. Auf diesen Höhen hat uns die Mutter Natur die Grenze mit einem unvertilgbaren weissen Zeichen gezogen und zwar als Grenze des ewigen Schnees. Hier erst beginnt das von dem Wärme erzeugenden Lichtstrahl geschaffene Leben, aber darüber hinaus herrscht

starre Todeskälte, eine den Athem erschwerende Dünne der Luft, unheimliches Grauen, wenn auch das Licht selber seine erhellende Wirkung zunächst noch nicht versagt. Erzeugen die Lichtstrahlen in der Uebergangsschichtung schon einige Wärme, so reicht dieselbe keineswegs aus, den Körper der Berge mit Wärme zu erfüllen, die in jeder neu eintretenden Nacht bis auf die letzten Spuren hin aufgehoben wird. Je tiefer räumlich Sonnenstrahlen in die Atmosphäre eindringen, um so grösser wird die von ihnen durch Bewegung der Materie erzeugte Wärme.

Unter den heissen Tropen, in welchen die Sonnenstrahlen in verticaler Richtung den Boden der Erde treffen, bieten hohe, mit Schnee bedeckte Gebirgsmassen die günstigste Gelegenheit, die Zunahme der Temperatur in ihren auffallendsten Gegensätzen von Stufe zu Stufe zu beobachten. Von den glühenden Ebenen und Thälern zu ihren Füssen, in welchen ausgedehnte Palmenwälder nur ein geringes Maass von Schatten spenden, gelangt der Bergsteiger allmählich in kühlere Zonen, bis endlich die Grenze des ewigen Schnees erreicht und die Empfindung der Kälte zu ihren höchsten Graden gelangt ist. Es wird unwillkürlich der Eindruck hervorgerufen, als habe man vom Aequator an bis zu den unwirthlichen Polarregionen hin alle Klimate auf unserer Erde durchwandert. Die wechselnden Temperaturverhältnisse hängen augenscheinlich mit den Stationen des Weges zusammen, welchen der Sonnenstrahl inmitten unserer Atmosphäre zurücklegt, um jene auffallenden und am Thermometer messbaren Unterschiede zu erzeugen.

Gay Lussac fand im Ballon bei 21000 Fuss Höhe über Paris — 7 Grad Kälte; *Barral* und *Bixio* bei derselben Höhe — 32 Grad; *Humboldt* beobachtete am Fusse der Cordilleren 22 Grad Wärme und auf der Höhe von 15000 Fuss nur

1,2 Grad, also auf je 700 Fuss Steigung eine Abnahme von einem Grad Wärme.

Diese Beobachtungen widerstreiten der gewöhnlichen Ansicht der Schule, dass die Wärme direct von unserem Sonnenkörper ausgehe. Die Sonnengluth müsste bei dieser Voraussetzung einen Weg von 21 000 000 Meilen bis auf unsere Erde durch den Aether zurücklegen, dem eine Kälte-Temperatur von — 273 Grad beigelegt wird. Wir werfen die Frage auf: Um wie viel einfacher, natürlicher und wahrscheinlicher ist die Erklärung, die ich in meiner Theorie über die Bildung der leuchtenden Strahlen und, in Verbindung damit, über die Entwickelung der Wärme gegeben habe?

Die Annahme einer Brechungssphäre, welche die Grundlage meiner Anschauungen über die Entwickelung des Lichtes und der Wärme bildet, besitzt sicherlich den Vorzug, im vollsten Einklang mit rein physikalischen Gesetzen zu stehen. Es ist bekannt, dass die herrschende Theorie, wie sie in den Lehrbüchern der Physik über denselben Gegenstand niedergelegt ist, zu eigenthümlichen Hülfsmitteln ihre Zuflucht nimmt, um sich mit den Wirkungen der Wärme gleichsam auf einem Umwege auseinanderzusetzen. Man lässt die Wärme direct von der Sonne ausgehen, sich erst in der Tiefe der Thäler auf unserem Erdkörper entwickeln, von hier aus durch Strahlung und Leitung des angeblich durchwärmten Bodens zurückwirken und bis zur Schneegrenze der Gebirge den Wärmestrahlen entgegenströmen. Ich für meinen Theil bezweifle eine Theorie, die mir in gleicher Weise seltsam wie widersinnig erscheint.

Meine Annahme, dass die Brechungsebene über unserer Erdoberfläche in der Grenze des ewigen Schnees liegen müsse, ergiebt unter den Tropen eine Höhe von fünf bis sechs Kilometern. Nach den Polen zu wird sie in demselben Maasse

abnehmen müssen, als die Grenzen des ewigen Schnees zwischen dem Aequator und den Polen relative Unterschiede ihrer Lage erkennen lassen, wie es beispielsweise mit Bezug auf die nördliche Hemisphäre die folgenden Angaben bezeugen.

In Quito, genau unter dem Aequator, liegt diese Grenze 5100 Meter hoch, in Mexico (unter dem 19. Grad) 4650; im Kaukasus auf dem Elbrus (unter dem 43. Grad) 3460; in den Alpen (unter dem 46. Grad) 2790; in Kamtschatka (unter dem 56. Grad) 1650; in Island (unter dem 65. Grad) 960; in Norwegen (unter dem 71. Grad) 730 Meter.

Meine Zahlen erheben selbstverständlich nicht den Anspruch, sehr genaue Werthe anzugeben. Sie stellen nur ungefähre Annäherungen dar, welche durch exacte Beobachtungen, die füglich den Fachgelehrten überlassen bleiben, zu berichtigen sind. Mir kam es hier nur auf die Darlegung der Grundanschauung an, welche mir unzweifelhaft erscheint. Danach zerfällt also die Atmosphäre in mehrere Schichten, deren Bild und Bedeutung umstehende *Figur 25* wiedergiebt.

Auch auf den anderen Planeten kann man ähnliche Zustände annehmen.

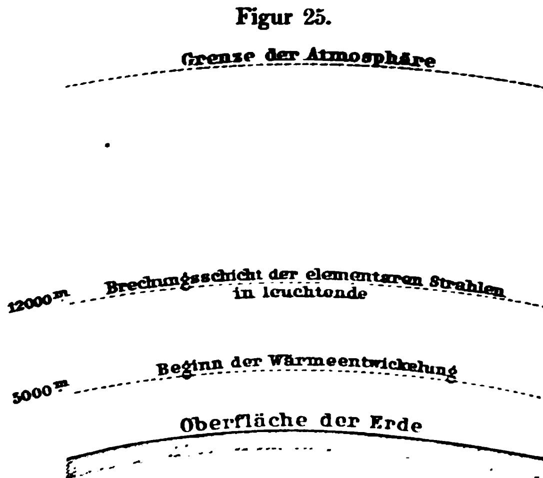
Genügt auf unserer Erdoberfläche, bei der grossen Entfernung unserer Erde von der Sonne, eine Atmosphäre von 70 bis 100 Kilometern, um in dem zehnten Theil ihrer Höhe so dicht zu sein, dass Wärme aus den Sonnenstrahlen entwickelt wird, so würde vielleicht auf dem Merkur eine atmosphärische Höhe von 10 Kilometern ausreichen, um bei 2 Kilometern Erhebung der dichteren Schicht dieselbe Wirkung auf diesem Planeten hervorzurufen. Auf dem Neptun dürften etwa 1000 Kilometer zu demselben Ergebniss führen. In dieser Verwerthung der verschiedenen Höhen der Atmosphäre wäre ein Mittel zur Erklärung der auf allen Planeten gleichmässig

erzeugten Licht- und Wärmewirkungen gefunden, um Pflanzen und Geschöpfen die Bedingung dauernder Lebensfähigkeit selbst auf den fernsten Planeten darzubieten.

Unsere Betrachtung zeigt uns also folgenden Weg der Sonnenstrahlen:

Die Wärme auf der Sonne erzeugt die leuchtenden Strahlen, welche die Luftleere erhellen.

Figur 25.



An der Grenze derselben, der Brechungssphäre der Sonne angekommen, werden die leuchtenden Strahlen durch den Widerstand der beginnenden sich verdichtenden Hülle gebrochen und dabei in Millionen von elementaren Strahlen zerlegt. Diese gehen, nachdem sie die Hülle verlassen haben, in der sie in einzelnen Knotenpunkten sich treffend den Lichtschimmer der Corona verursachen, als elementare Strahlen durch den Aether.

Auf die Lufthülle der Erde, sowie der anderen Planeten stossend, gehen sie eine Strecke weiter, bis sie auf eine Dichtigkeit stossen, in der sie wieder zu leuchtenden Strahlen zusammengebrochen werden.

Auf noch dichtere Partien der Luft stossend, erzeugen sie Wärme, die um so grösser ist, je dichter die Luft wird, am grössten also im Thale.

Haben wir so eine klare Vorstellung von dem Wege erlangt, auf welchem Licht und Wärme in derjenigen Weise und in demjenigen Maasse, die für unser Leben und Gedeihen die angemessensten sind, uns zukommen, so sind wir doch weit entfernt, einen Blick in das innerste Wesen der geschilderten Umwandlungen gethan zu haben. Das liegt aber tief in der Unvollkommenheit der menschlichen Natur begründet. Wir sehen fast täglich die wunderbarsten Umwandlungen vor sich gehen, ohne ein Verständniss von ihrem inneren Wesen zu haben. Durch Wasserkraft treiben wir ein Rad, dieses erzeugt durch seine Umdrehungen in einer Inductionsmaschine einen elektrischen Strom, welcher, in eine zweite Inductionsmaschine geleitet, dort die Umdrehung eines Eisenkernes bewirkt, dessen Bewegung wir dann nutzbringend verwerthen. Hier verwandelt sich also materielle Bewegung in Elektricität und umgekehrt. Oder wir versetzen durch die Anstrengung unserer Muskeln beim Sprechen die Luft in Schwingungen, diese erregen eine Eisenplatte zum Mitschwingen, wodurch sich der magnetische Zustand in einem dabei befindlichen Magnetstabe ändert; dadurch werden elektrische Ströme erzeugt, die meilenweit fortgeleitet werden, wo sie wieder auf einen Magneten wirken; dessen Aenderungen setzen sich in Schwingungen einer Eisenplatte um, die sich der Luft mittheilen und so an dem entfernten Orte dieselben Töne wieder erzeugen, die wir beim Sprechen hervorbrachten. Welche wunderbaren Umwandlungen gehen hierbei vor sich! Wie diese sich vor unserem staunenden leiblichen Auge vollziehen, so die der Sonnenstrahlen vor unserem geistigen Auge. Auch dieses zeigt uns die Allmacht und Allweisheit des Schöpfers, welcher in uns verborgener und unfassbarer, ewig geheimnissvoller Kraft das All regiert.

Zweite Abtheilung.

Die Himmelskörper.

Erstes Kapitel.

Zur Einleitung.

Nachdem ich die *Grundzüge meiner Theorie* der Entstehung und Verbreitung der Sonnenwärme und des Sonnenlichtes dargelegt habe, wende ich mich zu der Anwendung dieser Theorie auf die *verschiedensten Erscheinungen,* welche der Anblick des Himmels uns darbietet. Hierin liegt auch der Prüfstein für die Richtigkeit meiner Vorstellungen. Mag eine neue Theorie *altgewohnten Anschauungen* noch so sehr widersprechen, das kann nie einen Grund abgeben, sie zu verwerfen. Man hat einzig und allein danach zu fragen, ob sie in sich widerspruchslos ist, ob sie die Thatsachen, zu deren Erklärung sie ersonnen ist, erklärt, und ob Folgerungen, welche auf theoretischem Wege aus ihr gezogen werden, sich als thatsächliche bestätigen. Ist dieses der Fall, so hat sie Anspruch auf Anerkennung und muss von unseren Anschauungen, welche ja zum grössten Theil *Sache der Gewohnheit* sind, verlangen, dass sie sich nach ihr modificiren. So ist es stets in der Wissenschaft gehalten worden und dadurch allein hat sie Fortschritte gemacht; freilich immer nur unter *heftigen Kämpfen des Alten gegen das Neue.* Aber das ist erklärlich, wenn man bedenkt, dass uns gerade *gewohnte* Anschauungen

lieb geworden sind. Um nur ein Beispiel aus der Geschichte der Wissenschaft anzuführen, erinnere ich an *Copernicus* und *seine Lehre.* Die natürliche, aus dem sinnlichen Eindruck hervorgegangene Anschauung war die, dass die *Erde* im *Mittelpunkt des Weltalls* still stehe, und um sie herum sich Sonne, Mond und alle Gestirne drehten. Zur Erklärung sämmtlicher Bewegungen am Himmel musste man dann zu sehr *verwickelten Vorstellungen* greifen, die Planeten mussten in *Epicykeln* laufen, d. i. in Kreisen, deren Mittelpunkte selbst wieder in Kreisen sich bewegten, und als die Zahl der Beobachtungen wuchs, mussten immer mehr solcher *Epicykeln* zu Hülfe genommen werden. *Copernicus* lehrte, zunächst um die *Berechnung* der *Planetenbewegungen* zu erleichtern, dass die Sonne im *Mittelpunkt des Weltalls* stehe und alle *Planeten* um sie herum kreisen. Es ist bekannt, wie *heftige Anfeindungen* diese *Lehre* erfuhr, in wie *grimmiger Weise* ihre Vertreter verfolgt wurden, bis doch allmählich nach Erfindung des Fernrohrs die Thatsachen sich so häuften, welche die alte Lehre nicht mehr zu erklären vermochte, was der neuen fast spielend gelang, dass die alte Vorstellung verlassen und allgemein zu der neuen übergegangen wurde. Die *Geschichte dieser Theorie* sollte den Vertretern der Wissenschaft eine Warnung sein, neue Gesichtspunkte nicht deshalb vornehm abzuweisen, weil sie *ihren* Anschauungen widersprechen, sondern vorurtheilslos zu prüfen, ob aus diesen neuen Gesichtspunkten heraus nicht eine einfache Erklärung *bisher unerklärter Erscheinungen* möglich ist. Dies ist, wie gesagt, der einzige Prüfstein, welchen ich meiner Theorie gegenüber als einen berechtigten anerkenne, an welchem geprüft sie aber auch ihren Nutzen erweisen wird, so dass sie bis zur Ersetzung durch Besseres angenommen werden muss.

Dies will ich im Einzelnen nun nachweisen, indem ich sie der Reihe nach auf die *Sonne*, auf die *Erscheinungen der Kometen*, der *aufleuchtenden* und *veränderlichen Sterne* und auf die *Lichterscheinungen* in der irdischen Atmosphäre anwende.

Zweites Kapitel.

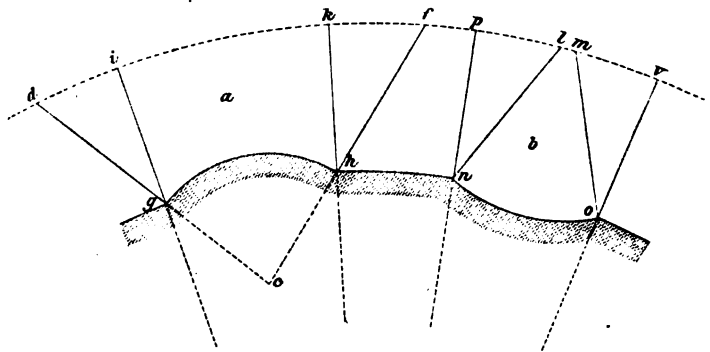
Die Sonne.

1. Die Sonnenfackeln.

Schon bei der Darlegung der Grundlagen meiner Theorie musste vielfach auf die Sonne und die Erscheinungen, welche sie darbietet, eingegangen werden. Ich erinnere daran, dass nach den gegebenen Darlegungen die *Sonne ein weissglühender Körper* ist, welcher selbst auf seiner Oberfläche sich noch in einem zähen, dickflüssigen Zustande befindet. Diese Oberfläche selbst kann nun keine glatte, spiegelnde Fläche sein, weil beständig aus dem Inneren kleine erwärmte Theilchen hervorbrechen; sie muss vielmehr ein welliges Ansehen gewinnen, wie es uns das Fernrohr auch darbietet, und zwar müssen alle Vertiefungen heller, alle Erhöhungen dunkler erscheinen. Denn die *Sonne ist von einer Luftleere* umgeben, deren Grenze, die *Brechungssphäre der Lichtstrahlen,* zugleich eine *Reflexionsschicht* für *alle Erscheinungen* auf der *Oberfläche der Sonne* bildet, die uns aber auf *dieser Schicht* erst sichtbar werden. Die von den Erhöhungen radial ausgehenden Strahlen verbreiten sich nun auf einen grösseren, die von den Vertiefungen ausgehenden auf einen kleineren Theil der Reflexionsschicht, als die von den ebenen Theilen ausgehenden, wie umstehende *Figur 26* zeigt.

Aus diesem Princip ergab sich eine eben so einfache wie erschöpfende Erklärung der dunklen Sonnenflecke, welche weiter nichts sind als durch grössere aufsteigende Tropfen verursachte, in der dickflüssigen Masse der Sonnenoberfläche veranlasste Erhebungen. Wie die beobachteten Bewegungen der Sonnenflecke in völligem Einklang waren mit den Bewegungen der Sonnenmaterie nach den Polen, welche meine Theorie verlangte, so konnten die einzelnen Details, welche

Figur 26.



der Anblick der Flecke darbietet, aus der *verschiedenen Gestaltung der Tropfen* ihre Erklärung finden.

Ist nun die geschilderte Anschauung richtig, so dürfen die Tropfen kein unverändertes Bild darbieten, sondern entsprechend der dickflüssigen Natur der Erhebung müssen sie sich allmählich ändern, bis sich das Niveau der Oberfläche wieder hergestellt hat. Dabei werden sich in der *abfliessenden Masse* eine Menge Unregelmässigkeiten bilden, es werden sich lange *Rillen* eingraben, welche uns als *erhellte Kanäle* erscheinen müssen. Solche helleren Stellen, die aus der Umgebung der Flecke sich in die übrige Sonnenoberfläche hinein

verästeln, sind nun thatsächlich vielfach zu beobachten. Die *Figur* 27 zeigt einen Fleck, welchen *Secchi* im März 1866 beobachtete, von welchem eine ganze Reihe solcher hellen Kanäle ausgeht. Diese *Fackeln,* wie die hellen Stellen von den Physikern genannt werden, befinden sich aber nicht nur in der Nähe der Sonnenflecke, sondern unregelmässig verbreitet auf der Sonnenoberfläche vor. Auch das ist durchaus erklärlich und stimmt mit der dickflüssigen Natur der Sonnenmaterie überein. Wie die Sonnenflecke, so hängen also auch die *Sonnenfakkeln* aufs Innigste mit der Natur der Sonnenmaterie zusammen und finden aus ihr eine leichte, ungezwungene Erklärung.

Figur 27.



2. Die Protuberanzen.

Eine weitere wunderbare Erscheinung, welche die Sonne dem beobachtenden Forscher darbietet, bilden die sogenannten *Protuberanzen,* das sind rothe, *flammenartige Gebilde* von *ausserordentlich verschiedenen und schnell wechselnden Formen,* welche am Sonnenrande beobachtet werden. Sie wurden *zuerst* bei *totalen Sonnenfinsternissen* bemerkt, indem sie, wenn der Mond die Sonnenscheibe bedeckt hat, als *röthlich*

leuchtende Hervorragungen zuweilen schon dem unbewaffneten Auge erschienen. Anfangs war man über ihre Natur völlig im Unklaren, man wusste nicht einmal sicher zu unterscheiden, ob sie der Sonne oder dem Mond angehören. Seit 25 Jahren aber sind die Beobachtungsmethoden so weit vorgeschritten, dass diese Gebilde an jedem Tage, an welchem die Sonne scheint, sichtbar gemacht werden können. Sie sind daher fleissig beobachtet worden, und es ist heute nicht mehr zweifelhaft, dass sie aus glühenden Gasen bestehen, welche aus dem Sonneninneren emporsteigen und, an der Oberfläche angekommen, mit furchtbarer Gewalt in die Höhe geschleudert werden; ihre Geschwindigkeit beträgt bisweilen über vierzig geographische Meilen in der Secunde. Es sind Protuberanzen beobachtet, welche in eine Höhe von 20000 geographischen Meilen über die Sonnenoberfläche geschleudert wurden. Welcher Art die *Stoffe* sind, die bei diesen Eruptionen in die Höhe steigen, ob es *glühendes Wasserstoffgas* ist, wie viele Gelehrte annehmen, ob Wasserstoff auf der Sonne überhaupt nicht existirt, sondern bei der grossen Hitze in uns unbekannte Bestandtheile zerfallen ist, wie andere Forscher meinen, oder ob es sich um *Gasmassen* handelt, welche weder in einfachem noch zusammengesetztem Zustande auf der Erde vorkommen, darüber lässt sich natürlich nichts Bestimmtes aussagen, sondern es können nur Vermutungen ausgesprochen werden.

Ueber die Ursachen der gewaltigen Gaseruptionen auf der Sonne wissen die Forscher nichts zu sagen. Meine Theorie giebt jedoch auch hier einen leicht übersehbaren Aufschluss. In die *Strömung des Sonnenstoffes,* welche von den Polen nach dem Inneren führt, werden auch alle die Massen mit hineingerissen, welche an den weniger warmen Polen sich als feste Vereinigungen darstellen, hervorgegangen aus den chemi-

schen Verbindungen, welche die glühenden Gase mit anderen in der Lufthülle der Sonne schwebenden Materien eingegangen sind. In den Strudel der tobenden Bewegung kommend, führen sie von den Polen die Materie wieder nach dem Inneren. Bei der Erwärmung, welche auf diesem Wege erfolgt, lösen sich die Verbindungen wieder in ihre Bestandtheile auf, so dass von Neuem gebildete gewaltige Gasmassen, in riesigen Blasen eingeschlossen, im Inneren der Sonne enthalten sind. Diese Blasen geben das Material zur Bildung der Protuberanzen, indem sie an die Oberfläche emporsteigen und dort die eingeschlossenen Gase entweichen lassen. In dem Seite 22 beschriebenen Experiment hatten wir einer schmiedeeisernen Flasche die Temperatur des Schweissofens gegeben, und dadurch die in ihr enthaltene Luft stark ausgedehnt; trotzdem hielt dieselbe der Atmosphäre das Gleichgewicht, weil eine ungeheure Wärme zu ihr hinzugekommen war. Wir hatten gesehen, dass eine Temperatur von 3000 Grad im Stande wäre, die Luft fast ganz zu verdrängen, also einen fast luftleeren, aber von Wärme erfüllten Raum herzustellen, der trotzdem mit dem Druck der äusseren Atmosphäre im Gleichgewicht ist. Hieraus folgerten wir, dass auf der Sonne, auf welcher die Schwere 27,3 Mal so gross ist wie auf der Erde, eine *Temperatur von 90000 bis 100000 Grad* ebenfalls jedes verdichtende Gasatom verdrängen müsste und dennoch dem Druck der Hülle einen vollkommen genügenden Widerstand entgegensetze. Der Druck der luftleeren Wärmeschicht auf die Oberfläche der Sonne beträgt also mindestens das 27,3fache des Druckes auf unserer Erde. Alle *Theile der Sonnenmaterie* müssen sich unter dem entsprechenden Druck befinden, also auch die in gewaltigen Höhlungen eingeschlossenen, aus dem Inneren aufsteigenden Gasmassen.

Es ist ausserordentlich schwer, sich von dem vorhandenen Zustand der Schicht unmittelbar an der Oberfläche des Sonnenkörpers einen Begriff zu machen, ein fast luftleerer Raum, der trotzdem auf seine Unterlage mit 27,3 Atmosphären drückt und in welchem der vorhandene Stoff so dünn ist, dass er den entfesselten Gasen, welche so lange unter schwerem Druck eingeschlossen waren, gar keinen Widerstand entgegensetzt, so dass sie mit rasender Geschwindigkeit als Protuberanzen die Hülle der Sonne, die Corona, durcheilen können.

Die eingeschlossenen Gase sprengen diese Hülle an irgend einer schwachen Stelle und erhalten hierdurch die für ihr Aufsteigen *bestimmende Richtung;* diese und die grosse *Verschiedenheit derselben* hat zu dem Glauben Veranlassung gegeben, als ob *gewaltige Stürme* die *Corona* peitschten, aber wo kein *Stoff* ist und wo keine *Differenz* in der *Temperatur,* können auch keine Stürme herrschen.

Das Aufsteigen der protuberanzen-bildenden Blasen hat natürlich dieselben Ursachen, wie das der fleckebildenden Tropfen. Darum muss in dem Vorkommen beider eine gewisse Analogie bestehen, mit anderen Worten, aus meiner Theorie folgt, dass vom Aequator bis zum 10. Breitengrade sich weniger durch *Eruptionen veranlasste Protuberanzen* finden als in der fleckenreichsten Zone vom 10. bis zum 30. Breitengrade, und dass dann wiederum eine Abnahme eintritt, bis in sehr hohen Breiten ein gänzliches Aufhören derselben stattfindet.

Die Beobachtungen bestätigen in glänzender Weise meine Folgerungen. *Secchi* hat bei sehr lange und sorgfältig fortgesetzten Beobachtungen diese Zonen aufgefunden. Freilich war kein völliges Aufhören der Protuberanzen nach den Polen hin zu bemerken; aber ausser den geschilderten, den so-

genannten *Eruptiv-Protuberanzen* von schnell veränderlicher Form, giebt es noch solche von mehr *beharrlicher, wolkenförmiger Gestalt,* welche in gewisser Entfernung über der Sonne schweben und daher nicht durch Eruptionen veranlasst sein können. Die in den höheren Breitengraden beobachteten Protuberanzen gehören sämmtlich dieser *zweiten* Form an, und bestehen also aus glühenden Gasen, die, in die Atmosphäre der Sonne hineingeschleudert, in dieser nach den Polen geführt sind.

Ferner hat *Secchi* wahrgenommen, dass die *Eruptiv-Protuberanzen* besonders häufig in der *Nähe von Sonnenflecken* vorkommen, was nach meiner Theorie auch leicht verständlich ist, da dieselben Ursachen ja Gasblasen und Tropfen in einander räumlich nahe gelegenen Theilen in die Höhe führen werden.

Schliesslich mache ich noch auf die *grosse Geschwindigkeit* aufmerksam, mit welcher die Gasmassen, welche die Protuberanzen bilden, in die Höhe schiessen. Diese *Geschwindigkeit* ist den Forschern stets ein *Räthsel* gewesen. Da nach ihrer Annahme direct an den *flüssigen Sonnenkörper* sich seine *luftartige Atmosphäre anschliesst,* und zwar *mit der grössten Dichtigkeit* beginnend, so konnten sie schlechterdings nicht einsehen, wie bei dem Widerstande, welchen eine solche Atmosphäre doch den ausgeschleuderten Gasmassen bieten muss, eine so ungeheure Geschwindigkeit bestehen könne, ohne schon in dem kleinen Bruchtheil von etwa $^1/_{10}$ einer Secunde um einen ganz *merklichen Betrag* verringert worden zu sein. Die seltsamsten, um nicht zu sagen unsinnigsten, Hypothesen wurden erdacht, um über diesen Punkt hinweg zu kommen. So sollte es sich gar nicht um die *Bewegung* von *Gasmassen* handeln, sondern nur die *Feuererscheinung* sollte fort-

schreiten, während die Materie im wesentlichen an ihrer Stelle blieb. Aber die fortgesetzten Beobachtungen zeigten unwiderleglich, dass die Substanz selbst es war, welche mit so *kolossaler, während einiger Secunden constant bleibender Geschwindigkeit* durch den Raum hinschoss, und so registrirte man diese Thatsache als eines der vielen bisher unerklärt gebliebenen *Wunder,* welche die Sonne ihren Erforschern darbot.

Auch hier wieder deckt meine Theorie dieses scheinbare Wunder als eine nothwendige Folge der Constitution der Sonne auf. Dieselbe ist ja mit einer Luftleere umgeben, welche dem sie durcheilenden Stoffe gar keinen Widerstand entgegensetzt; daher kann eine Verlangsamung der in den Protuberanzen auffliegenden Gasmassen erst eintreten, wenn diese die Luftleere passirt haben und durch die Brechungssphäre in die allmählich dichter werdende Atmosphäre der Sonne eintreten. Die Thatsache, dass die Gasmassen in den Protuberanzen mit unverminderter ungeheurer Schnelligkeit einige Secunden lang in die Höhe gehen, beweist unwiderleglich, dass in der nächsten Nähe der Sonne *gar keine* Luft sich befindet, und man kann sogar aus der Höhe, welche die Protuberanzen erreichen, bevor eine Verminderung ihrer Geschwindigkeit eintritt, die Höhe der sich um die Sonne erstreckenden Luftverdünnung berechnen. Da die Protuberanzen im Mittel ungefähr 30000 bis 40000 Kilometer hoch geschleudert werden, die ersten Schichten der Atmosphäre aber jedenfalls äusserst dünn sind, so wird die völlige Luftleere um die Sonne wohl auf circa 10000 Kilometer zu schätzen sein. Wie weit die Atmosphäre noch äusserst dünn ist, lässt sich daraus ermessen, dass einzelne Protuberanzen eine Höhe von 200000 Kilometern erreichen.

3. Die Corona.

Nachdem es einmal erreicht war, die bei totalen Sonnenfinsternissen zuerst beobachteten *Protuberanzen* zu *jeder Zeit* wahrzunehmen, musste bald etwas Licht in das Wesen dieser Gebilde kommen. Aber die Sonne zeigt bei totalen Finsternissen noch eine andere wunderbare Erscheinung, deren Beobachtung zu anderer Zeit, als während der völligen Verfinsterung, noch nicht gelungen ist, und deren nähere Erforschung daher den Astronomen noch unüberwindliche Schwierigkeiten geboten hat: ich meine die sogenannte *Corona*. Die Erscheinung wird bereits seit langer Zeit bemerkt und beschrieben; schon *Plutarch* berichtet von einer *Fülle* von *Licht* rund um die verfinsterte Sonnenscheibe, welche eine starke und tiefe Dunkelheit verhindere. In wissenschaftlicher Weise wurde die Erscheinung zuerst von *Vassenius* beschrieben, der sie bei der *Sonnenfinsterniss vom 2. Mai 1733* beobachtete. Wenn sie seitdem auch von den verschiedensten Forschern in den Hauptzügen übereinstimmend beschrieben wurde, so war sie doch in der Mitte unseres Jahrhunderts den Forschern immer noch etwas sehr Unerwartetes und Unerklärtes. Gerade dadurch aber war der Eindruck, welchen sie hervorbrachte, nur um so überwältigender und nachhaltiger. Ich will ihn mit den Worten schildern, mit welchen ihn der englische *Astronom Baily* im Jahre 1842 beschreibt.

„Ich stand," sagt er, „ganz damit beschäftigt, die Schwingungen meines Chronometers zu zählen, um den Moment des völligen Verschwindens der Sonnenscheibe genau zu merken, im tiefsten Schweigen mitten in einer Volksmenge, welche die Strassen, die öffentlichen Plätze und die Fenster der Häuser dicht besetzt hatte, und deren Aufmerksamkeit von dem Schau-

spiel, das sich ihr darbot, vollständig in Anspruch genommen war. In demselben *Augenblick, wo der letzte Strahl verschwand,* wurde ich betäubt von einem Ausbruche des Beifallrufens und der Bravos, der sich aus der Mitte dieser ungeheuren Menge erhob. Ein Schauern ergreift meinen Körper, und zitternd richte ich meinen Blick auf die Sonne. Ich stehe vor dem *entzückendsten Schauspiele,* welches man sich denken kann. Sonne und Mond, die beiden gewaltigen Gestirne, hangen einander gegenüber zwischen Erde und Himmel, ein pechschwarzer runder Fleck, umgeben von einer *hellleuchtenden Strahlenkrone.*

Bei diesem Anblick hielt das Staunen mich gefesselt; ich verlor einen grossen Theil der kostbaren Minuten und geriet in Gefahr, den Zweck meiner Reise zu vergessen. Ich hatte nach den Beschreibungen, die ich darüber gelesen hatte, wohl erwartet, um die Sonne noch ein gewisses, aber ein schwaches und dämmerhaftes Licht wahrzunehmen; statt dessen sah ich eine helle *Strahlenkrone,* deren Glanz dicht am *Rande* der *Mondscheibe* sehr *lebhaft* war, dann immer mehr abnahm und in einer Entfernung von ungefähr dem Durchmesser des Mondes verschwand. Nichts Derartiges hatte ich vorher vermuthet.

Ich hatte mich indessen von meinem Erstaunen bald erholt und legte das Auge nach Wegnahme des dunklen Blendglases wieder ans Fernrohr, als eine neue Ueberraschung mich erfasste. Die Strahlenkrone, welche die Mondscheibe umgab, war an drei Stellen durch *ungeheure purpurfarbene Flammen* unterbrochen, deren Durchmesser beinahe zwei Minuten betrug (das sind also Protuberanzen von der aussergewöhnlichen Höhe von etwa 90000 Kilometern). Sie schienen still zu stehen und sahen aus, wie die von den Strahlen der untergehenden Sonne beleuchteten Gipfel der schneeigen Alpen. Es war nicht

möglich, zu unterscheiden, ob diese Flammen *Wolken* oder *Berge* waren. Als ich noch damit beschäftigt war, sie näher zu untersuchen, fiel der *erste Sonnenstrahl* in die dunkle Umgebung hinein; er belebte mit *einem Schlage* die Natur von Neuem, aber mich versetzte er in jene traurige Stimmung, die man empfindet, wenn man den Gegenstand seiner heissen Wünsche in dem Augenblicke entschwinden sieht, wo man nahe daran ist, ihn zu erfassen."

Dieser mächtige Eindruck kehrt trotz aller Vorbereitungen durch das Lesen früherer Beschreibungen bei allen Beobachtern wieder, und sie müssen sich Gewalt anthun, um ihre Arbeiten auszuführen und sich von dem ruhigen Anschauen des grossartigen Schauspiels loszureissen. Der französische Astronom *de la Rue* sagt z. B. in seiner Abhandlung über die *Finsterniss von 1860,* dass er bei der nächsten Gelegenheit, eine totale Sonnenfinsterniss zu beobachten, ohne Instrumente hinreisen werde, um die Eindrücke, welche er diesmal habe bemeistern müssen, ganz nach Herzenslust geniessen zu können.

Es ist klar, dass Zeichnungen der Corona unter den starken subjectiven Eindrücken der Beobachter leiden müssen, und dass ihnen, namentlich in den Verschiedenheiten der gleichzeitig gesehenen und beobachteten, kein allzu grosser Werth beigelegt werden kann. Vertrauenswürdiger ist schon die Uebereinstimmung, welche die meisten Zeichnungen darin zeigen, dass die *leuchtende* Corona die Sonne keineswegs in concentrischer Form umgiebt, sondern eine unregelmässige, auf den verschiedenen Zeichnungen wechselnde Gestalt besitzt. Aber es existirt ein Instrument, das, noch empfindlicher als die menschliche Netzhaut, uns völlig von den subjectiven Empfindungen der menschlichen Beobachter befreit, das ist die *photographische Platte.* Die *Photographie* hat in den letzten

dreissig Jahren derartige Fortschritte gemacht, dass die kurze Dauer einer Finsterniss vollkommen genügt, eine ganze Anzahl scharfer Bilder der Corona herzustellen. *Figur 28* zeigt ein Bild der Corona, welches *Secchi* im Jahre 1860 erhielt, als die Photographie zum ersten Male für diesen Zweck benutzt wurde.* Die Abbildung zeigt deutlich, was auch die zahlreichen späteren Photographien durchaus bestätigt haben, dass die Corona in ihrem ganzen Umkreise die Sonne nicht gleichförmig umgiebt, sondern dass sie in der Nähe der Pole bedeutend niedriger ist als an allen anderen Stellen, dass dann zu beiden Seiten sehr starke Maxima der Höhe folgen, woran sich wieder nach dem Aequator zu ein Abfallen der Höhe bemerkbar macht, die jedoch noch immer über der Höhe an den Polen bleibt. Das Ganze gewinnt dadurch eine fast viereckige Gestalt, beinahe die eines Quadrats mit abgerundeten Ecken.

Figur 28.



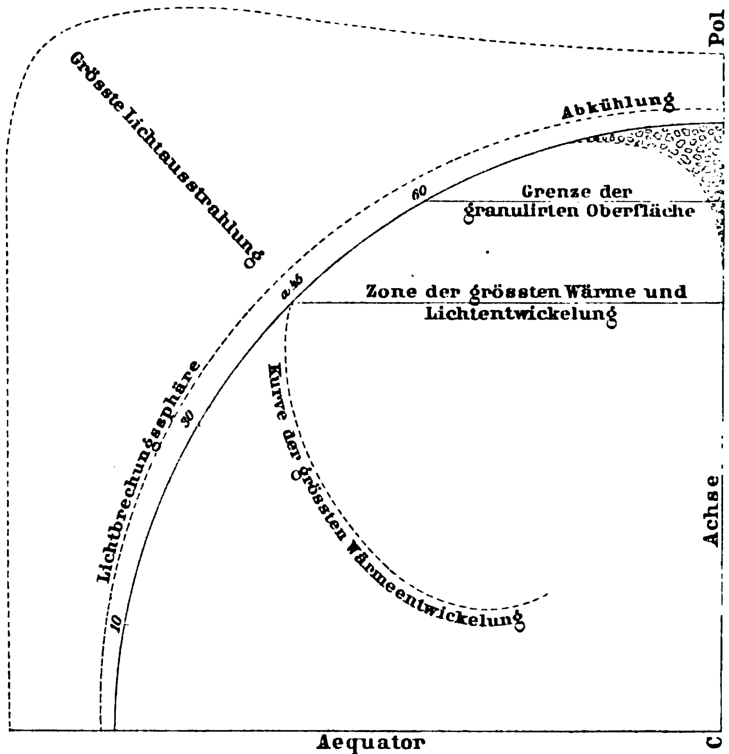
* Die dunkle Querlinie in der Mitte ist der Schatten des in dem Fernrohre ausgespannten Fadens und hat mit der Erscheinung selbst nichts zu thun.

Die Gelehrten haben bisher auch nicht einmal die Frage aufgeworfen, woher diese eigenthümliche Gestalt der Corona stammt, sie ergehen sich in Vermuthungen darüber, aus welchem Stoffe sie bestehe, eine Sache, über die wir naturgemäss nichts Sicheres wissen können, während die *mechanischen Bedingungen* der eigenthümlichen äusseren Gestalt der Corona unerörtert bleiben. Auch hier giebt meine Theorie Aufschluss und zeigt dadurch ihre Ueberlegenheit gegenüber älteren Sonnentheorien.

Man erinnere sich, dass die Temperatur auf der Sonnenoberfläche keine gleichmässige ist. Die aufsteigenden Tropfen, welche die Reibungswärme aus dem Inneren nach oben bringen, erreichen die Oberfläche in der Zone zwischen 10 und 30 Grad nördlicher und südlicher Breite. Doch beginnt der axiale Strom, in welchem die Materie von den Polen nach dem Centrum zu strömt, sich zum Theil schon unter dem 45. Breitengrade umzukehren; hier bereits sind die Theile durch die Reibung so erhitzt worden, dass einige den Weg nach der Oberfläche zu nehmen. Näher ist dieser Weg aus der *Figur 29* zu erkennen, woraus zugleich hervorgeht, dass etwa unter 45 Grad die Temperatur am höchsten geworden ist. Von da ab kühlt sich die nach dem Pol fliessende Materie mehr und mehr ab, bis sie in der Nähe des Poles selbst einen verhältnissmässig abgekühlten Zustand angenommen hat. Die Temperatur nimmt also auf der Sonnenoberfläche vom Aequator bis etwa zum 45. Breitengrade beständig zu, von da bis zum Pol wieder ab, und zwar rascher, als sie vorher zugenommen hat, so dass sie am Pol erheblich niedriger als am Aequator geworden ist. Nun ist die Temperatur aber selbst an den Polen noch hinreichend gross, um eine starke Luftleere über der Oberfläche zu erzeugen. Diese Luftleere muss aber nach dem

Gesagten hier am Pol die geringste Ausdehnung haben und von ihrer höchsten Stelle unter 45 Grad auch nach dem Aequator zu wieder etwas abnehmen, so dass sie ungefähr die

Figur 29.



in *Figur 29* angedeutete Gestalt haben muss. Es fehlt uns die Möglichkeit, den Höhenunterschied der Brechungssphäre unter 45 Grad gegen andere Breiten genau festzustellen. Soweit wir Flecke beobachten, kann er nicht allzu gross sein, wie die fast gleiche Breite der Penumbren der einzelnen Flecke zeigt, welche ja ein Maassstab für die Höhe der Brechungssphäre ist.

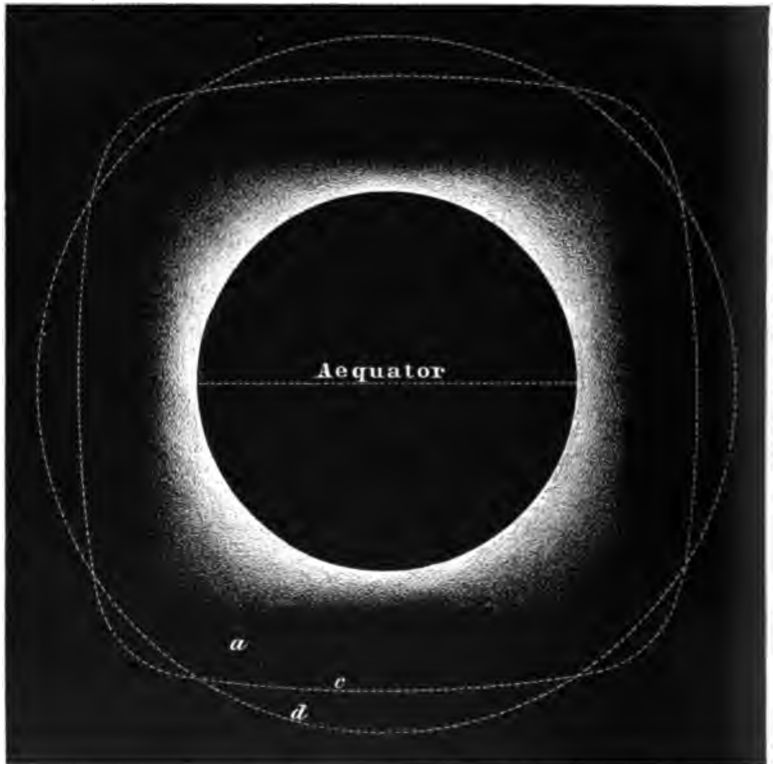
Die Corona ist nun, aus welchem Stoff sie auch bestehen mag, die äusserste Umhüllung der Sonne, ihre Atmosphäre. Sie beginnt also an der Grenze der Luftleere, der Brechungssphäre, mit einer ausserordentlichen Dünne und Feinheit, verdichtet sich dann allmählich, nimmt, nachdem sie das Maximum der Dichte erreicht, wieder ab und geht schliesslich an den Aether über. Schon beim Beginn der Corona, an der Brechungsgrenze, werden die leuchtenden Lichtstrahlen in elementare zerlegt, welche nicht leuchtend weiter gehen. Nur in einzelnen Knotenpunkten können sie sich innerhalb der Corona treffen und diese mit einem Glanze erfüllen, wie der des Mondes ist, der ja auch, weil der Mond keine Atmosphäre hat, nur von den einzelnen Knotenpunkten der elementaren Lichtstrahlen herrührt. Auch stimmen alle Beobachter darin überein, dass der Glanz der Corona ungefähr so gross ist wie der des Mondes, was sehr erklärlich ist, wenn man an den gemeinsamen Ursprung beider denkt.

An den heisseren Stellen, wo die Lichtausstrahlung von der Sonne her am intensivsten ist, werden nun auch die elementaren Strahlen, welche an der Brechungssphäre entstehen, in ihren einzelnen Knotenpunkten noch auf weitere Strecken hin einige Leuchtkraft entwickeln als an den kälteren Stellen; denn die Wärme ist ja die Mutter des Lichtes. Daher wird unter 45 Grad, in der Zone der grössten Wärmeausstrahlung, der Lichtschimmer der Corona weiter reichen als an den anderen Stellen, wodurch ihre eigenthümliche Form, welche uns auf den Photographien entgegentritt, eine einfache Erklärung findet.

Ob die Materie der Sonnenhülle selbst auch eine *solche Grenze* oder vielmehr eine von *kugelförmiger Gestalt* zeigt, können wir nicht entscheiden; denn nachdem die Strahlen auf-

hören, Leuchtkraft zu haben, weil die Materie zu dünn geworden ist, geben sie dieser dünnen Materie doch immer noch etwas Wärme ab, bevor sie an den Aether übergehen. Ich

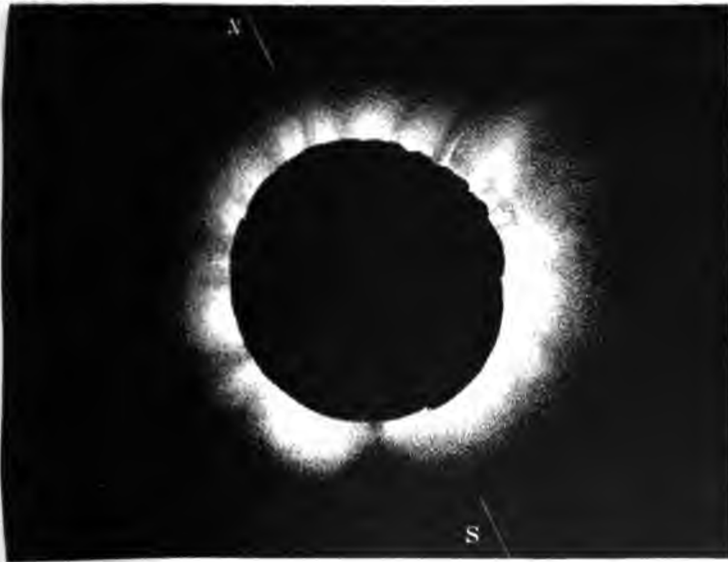
Figur 30.



habe daher auch in meiner Zeichnung *(Figur 30),* wo der sichtbare Theil der Corona in seiner eigenthümlichen Gestalt scharf hervortritt, unserer Unkenntniss dadurch Ausdruck gegeben, dass ich die letzte Grenze der Corona doppelt, einmal quadratisch abgerundet und einmal kugelförmig, hinsetzte.

Noch eine eigenthümliche Erscheinung zeigt die Corona, welche zuerst auf den Photographien der Finsterniss vom Jahre 1868 beobachtet wurde, ebenso im Jahre 1870 und seitdem öfters. Die nachstehende *Figur 31* zeigt die Photographie der Corona, welche *Brothers aus Manchester am 22. December*

Figur 31.



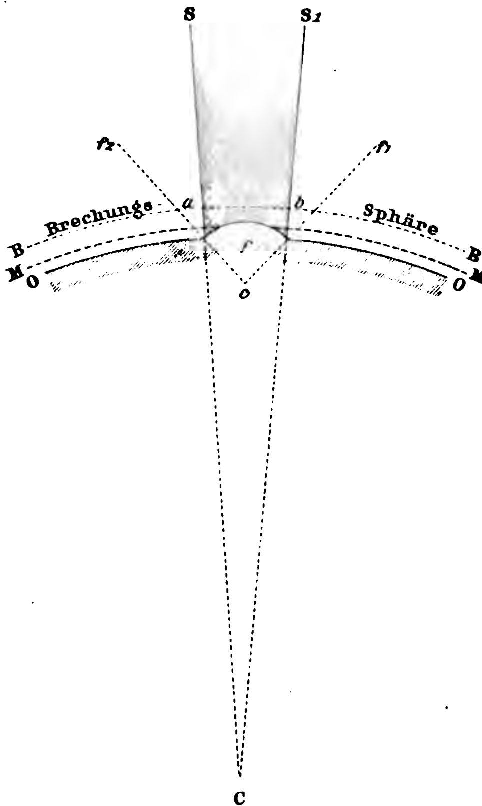
1870 zu Syracus erhielt.* Hier sieht man an mehreren Stellen, am deutlichsten in der Nähe des Südrandes, das Coronalicht in einem bis zum Sonnenrande reichenden Trichter oder Kegel abgeschwächt, wie wenn es an jener Stelle fehlte. Auch auf der Photographie, welche Professor *Pickering* in *Lick* von der Sonnenfinsterniss von 1893 herstellte, ist die Er-

* Die unregelmässigen Auszackungen am Rande der Mondscheibe rühren nach *Brothers* davon her, dass während der Aufnahme ein Windstoss das Instrument erzittern machte.

scheinung, für welche die Gelehrten keine Erklärung wissen, deutlich zu sehen.

Nach meiner Theorie muss eine solche Erscheinung allemal dann eintreten, wenn ein *Sonnenfleck* sich in der Nähe des *Sonnenrandes* befindet. Zur näheren Erläuterung diene die *Figur 32.* OO stelle den Rand der Sonnenoberfläche, BB die Brechungssphäre, und die gestrichelte Linie MM den Rand der die Sonne bedekkenden Mondscheibe dar. Auf der Sonnenscheibe erhebe sich die Erhöhung f, welche auf der Brechungssphäre den Fleck ab hervortreten lässt. Die von der Erhöhung f ausgehenden Strahlen,

Figur 32.



welche den Zerstreuungswinkel $f_1 c f_2$ haben, welcher sehr viel grösser ist als der einem gleichen Stück der Sonnenoberfläche zugehörige Winkel SCS_1, zerstreuen sich auf einen grösseren Raum als die letzteren. Aus dem gleichen Grunde also, aus welchem ab als dunkler Fleck erscheint, muss, wenn nach

dem Vorrücken der Mondscheibe die über der Brechungssphäre liegende Corona sichtbar wird, der über *ab* liegende Theil in kegelförmiger Erweiterung dunkler sein als die übrigen Theile.

Auch in den Photographien der Corona, welche bei der Sonnenfinsterniss im Frühjahr 1893 aufgenommen wurden, zeigen sich Unregelmässigkeiten in der Form derselben, die auf besondere Störungen schliessen lassen: es fehlt in ihnen ein Theil, es scheint ein Stück besonders herausgerissen zu sein, es hatte sich eine Scharte gebildet, die Strahlen der Corona waren an dieser Stelle kürzer, und diese Verkürzungen verrathen auch immer eine geringere Wärme- und Lichtentwickelung.*

Es fehlt an dieser Stelle eine genügende Lichtausstrahlung, es musste also auf der Sonnenoberfläche selbst die Veranlassung statthaben, und diese kann nur darin bestehen, dass zufällig an dem Rande der Sonne ein Sonnenfleck steht. Es werden nun die sonst an dieser Stelle der Sonne entwickelten Strahlen durch die gewölbte Form der die Flecke veranlassenden Beule auf eine grössere Fläche der Brechungssphäre vertheilt, und der sonst dunkler erscheinende Fleck reflectirt auch weniger Lichtstrahlen in der Corona, es fehlen diese also in der allgemeinen Ansicht, es entsteht eine Scharte.

Diese Erscheinung giebt neben dem Beweis einer radialen Lichtentwickelung auch einen solchen von der unendlichen Feinheit der Lichtmaterie, weil selbst die in der Ansicht der Corona vor und hinter dieser Scharte liegenden leuchtenden

* Wenigstens wurde die Sache in verschiedenen Zeitungen so beschrieben; es ist mir nicht gelungen, in den Besitz einer solchen Photographie zu kommen.

Theile derselben nicht im Stande sind, dieselbe verschwinden zu machen.

Auch auf den Einfluss, welchen die Ursachen der Erscheinung solcher Seharten, nämlich die Sonnenflecke, auf unsere Erdtemperatur haben, lässt sich ein Schluss machen.

Wie ich an einer bestimmten Stelle (S. 87) ausgesprochen habe, genügt das Licht, welches von einem verhältnissmässig kleinen Fleckchen der Sonne ausgeht, um unsere Erde mit Lebenswärme zu versehen, und diese Stelle ist immer im Centrum der Sonnenscheibe. So lange nun die Oberfläche unseres Tagesgestirnes hier klar erscheint, haben wir keinen Mangel an Wärme.

Wenn aber ein Sonnenfleck diese Stelle passirt, so wird durch die Eigenthümlichkeit dieser Verdunkelung, bei der die Lichtstrahlen, sich radial verbreitend, oft der Fläche nach eine solche von einer vier bis zehn Mal grösseren Ausdehnung beleuchten, auch nur ein viel kleinerer Flächentheil des Fleckes seine Strahlen zu uns senden. Waren es auf der Oberfläche der Sonne circa 50 Quadratmeilen, welche zu diesem Zwecke genügten, so muss nach dem oben angegebenen Verhältniss dann der vierte, ja selbst vielleicht der zehnte Theil der Sonnenwarze das nicht genügende Licht spenden, und da kann es wohl vorkommen, dass einmal einen Tag oder mehrere recht unfreundliches Wetter sein wird. Also nicht die Verdunkelung der ganzen Sonnenscheibe durch Flecke hat Einfluss auf das Wohlbefinden unserer Mutter Erde, sondern oft ein einziger kleiner Fleck, wenn er gerade seinen Weg über das Centrum der Sonnenscheibe nimmt, kann dies verhindern. Da man nun genau den Weg kennt, den diese Verdunkelungen nehmen, weiss man auch die Zeit, wann unserer Erde eine Entziehung der Wärme bevorsteht.

Soweit es sich um Fragen der *Sonnenphysik* handelt, ist also meine Theorie im Stande, vollständigen Aufschluss zu geben. Ich werde im weiteren Verlaufe zeigen, dass es sich mit anderen Theilen der Himmelsphysik ebenso verhält.

Drittes Kapitel.

Die Kometen.

1. Allgemeine Erscheinungsform der Kometen.

Die *Kometen* waren es, welche mir die erste Veranlassung zu meinen Forschungen auf dem *Gebiete der Lichterscheinungen* boten. Der schöne *Donati*sche *Komet,* welcher im Herbst des Jahres 1858 am Himmel sichtbar war, regte mich mächtig an, nach den Ursachen dieser wunderbaren Erscheinung zu forschen. Als ich mich in der Litteratur umsah und bei verschiedenen Gelehrten nachfragte, erhielt ich nur unbefriedigende Antworten. Man wusste mir nur zu sagen, dass die Kometen als *himmlische Vagabunden* innerhalb unseres Planetensystems ihre Bahnen um die Sonne mit scheinbar regelloser Willkür zurücklegen. Nach allen Richtungen im ungeheuren Weltraum durchstreifen sie den Aether, die Einen, um ihre Rundreise um den Centralkörper in *Tausenden von Jahren* zu vollenden und aus den unheimlichsten Revieren des Sonnenreiches räthselvolle Nachrichten ihrer Regentin zuzutragen, die Anderen, um in der *viel kürzeren Zeit weniger Jahre* dieselbe Sonne zu umschwirren und mit berechenbar grösserer oder kleinerer Zuverlässigkeit an die Ausgangsstelle ihres elliptischen Weges wiederzukehren.

Mit der Aufklärung über die *Natur der Kometen* aber,

über ihre *Entstehung,* über die *Bildung ihrer Schweife,* war es traurig bestellt. Die Bedeutung der verschiedenartigsten Ansichten, welche hierüber vorgetragen wurden, hat der grosse französische Astronom *Arago* zu Anfang unseres Jahrhunderts mit den kurzen Worten gekennzeichnet: „Wir wissen nichts darüber.“ Wenn nun auch im Laufe unseres Jahrhunderts die Ansichten um eine grosse Zahl vermehrt sind, so kann man doch nicht sagen, dass sie verbessert worden sind; trotz aller aufgestellten Theorien müssen wir *W. Meyer* Recht geben, wenn er sagt: „Die Kometen sind Räthsel geblieben, wie sie es vor Jahrtausenden waren.“

Ich sah mich daher auf meine eigene Beobachtungsgabe und mein eigenes Combinationsvermögen angewiesen, wenn ich zu einer deutlichen Vorstellung über diese wunderbaren Weltkörper kommen wollte.

Wie bei allen Anfängen auf rein empirischem Wege gewonnener Anschauungen manche unreife und unklare Begriffe die reine Wahrheit zu verdunkeln pflegen, welche dem Gegner die Mittel zu unliebsamen Bemerkungen und Angriffen bieten, so hatte auch ich (wozu soll ich es ableugnen?) mich dem Tadel des Unzulänglichen und Unbefriedigenden ausgesetzt. Die laufenden Jahre verschafften mir bessere Einsicht, ohne dass ich im Grunde meine Theorie als erschüttert zu betrachten hatte. Im Gegentheil haben mir fortgesetzte Prüfungen die Beweise geliefert, dass meine Lichttheorie, wie ich sie in der vorangehenden Abtheilung dieses Buches entwickelt habe, vollständig ausreicht, alle jene Vorgänge, welche von den Kometenerscheinungen unzertrennlich sind, in der einfachsten und natürlichsten Weise zu erklären.

Ich verhehle es mir kaum, dass mein Muth, die dunkelsten und räthselhaftesten Fragen des Kometendaseins mit

aller Entschiedenheit der Ueberzeugung zu beantworten, den Meistern der astronomischen Wissenschaft bedenklich erscheinen könnte, aber ich darf das gute Recht für mich in Anspruch nehmen, dass man ohne Voreingenommenheit die gelieferten Antworten streng prüfe und keine einseitige Kritik darüber fälle, noch den innersten Zusammenhang aller mit dem Lichte in Verbindung stehenden Erscheinungen aus einander reisse. Ein grosses Bild kann seinem Werthe nach nicht aus den zerfetzten Stücken desselben richtig und wahrheitsgetreu beurtheilt werden.

Wenn ich jetzt die Ergebnisse meiner Untersuchungen, welche vor beinahe *vierzig Jahren* begonnen wurden, einem grösseren Publicum vorzulegen wage, so dürften dieselben sicherlich nicht den Vorwurf überstürzter, noch voreiliger Behandlung verdienen.

Ich beginne zunächst mit der allgemeinen Erscheinungsform der Kometen. Den hell leuchtenden Theil an ihnen bildet der sogenannte *Kopf* oder *Kern*. Vom Kopfe ausgehend und zwar unmittelbar hinter demselben strömt ein Strahlenbündel in Gestalt eines Schweifes oder Schwanzes in den Aether hinein, von den alten Griechen als *Haarsträhne*, von den Chinesen als *Besen*, ähnlich von den Deutschen als *Ruthe* bezeichnet. Der *Glanz* des *Schweifes* nimmt vom Kopfe an bis zu seinem Ende, d. h. bis zu seinem Verschwinden im Aether, an Helligkeit ab. Die günstigsten Beobachtungen der leuchtenden Vagabunden gewährt der abendliche und nächtliche Himmel, doch sind auch einzelne Erscheinungen nicht ausgeschlossen, welche am hellen Tage den Augen sichtbar entgegengetreten sind.

Die Beobachtungen lassen mit möglichster Sicherheit nur so viel als unzweifelhaft feststellen, dass zunächst fast zu jedem

Kometen eine ihm eigenthümliche Form des Schweifes gehört, welche bei fast allen etwas gekrümmt erscheint, und dass bei allen die Richtung des Schweifes, von seinem Ausgangspunkte hinter dem Kopfe angefangen, eine *radiale Abwendung von der Sonne* erkennen lässt.

Auf der Bahn eines Kometen um die Sonne liegt sein Schweif bei der Annäherung an dieselbe nahezu in der Richtung dieser Bahn, bei jeder Fortbewegung wird er aus dieser Richtung abgelenkt, so dass er in der Sonnennähe den Schweif rechtwinklig von seinem Wege aussteckt, um endlich während seiner Entfernung von der Sonne die leuchtende Ruthe auf seiner Bahn gleichsam vor sich her zu schieben.

Dabei ist zu bemerken, dass der Schweif um so grösser wird, je näher der Komet der Sonne kommt, und dass er bei der Entfernung von ihr wieder abnimmt. *Figur 33,* in welcher der Himmelsäquator, die Bahn der Sonne und ihre Stellung am 27. September, 8. und 14. October, sowie die Bahn des *Donati*schen Kometen und dessen Stellungen am 27. September, am 2., 4., 6., 8., 13. und 14. October zu sehen sind, lässt diese Verhältnisse besonders deutlich hervortreten.

2. Die wahre Gestalt der Kometen.

Indem ich mich nun zunächst zur wirklichen Gestalt der Kometen wende, muss ich einige Worte über die Art des Stoffes, aus welchem sie bestehen, vorausschicken.

Was für ein bestimmter Stoff sie bildet, können wir freilich nicht wissen; aber so viel steht ausser allem Zweifel, dass es Materie von der äussersten Feinheit ist. Es folgt das einerseits daraus, dass man selbst die lichtschwächsten Sterne durch sie noch hindurch sehen kann, andererseits daraus, dass sie

trotz ihrer grossen, zum Theil ungeheuren Ausdehnung selbst auf die kleinsten Himmelskörper keinen merkbaren Einfluss ausüben. So ist der *Lexell*sche Komet durch den Jupiter, welchem er sehr nahe kam, vollständig aus seiner Bahn geworfen worden, während er selbst die Bahnen der Jupiter-

Figur 33.



monde in keiner wahrnehmbaren Weise veränderte. Auch ist die Erde bereits mehrfach durch Kometenschweife hindurchgegangen, ohne dass dadurch ein besonderes Ereigniss veranlasst worden wäre; höchstens könnte ein wenig von der Kometenmasse in der Atmosphäre der Erde haften geblieben sein.

Ist also die Materie der Kometen von ausserordentlicher Feinheit, so werden wir annehmen müssen, dass sie aus dem-

selben Stoffe bestehen, aus welchem sich alle unsere Himmelskörper gebildet haben, aus dem Urstoffe, wie er noch jetzt im Aether in fein vertheiltem Zustande enthalten sein mag. Eine solche Masse muss nun sicher diejenige Form und Gestalt annehmen, welche ihr nach den in der Natur geltenden Gesetzen, wie sie sich durch Beobachtungen und Experimente ergeben, zukommt.

Jeder im Himmelsraume frei schwebende, d. h. sich selbst überlassene Körper ohne Rücksicht auf seine Grösse muss eine *kugelförmige*, resp. *sphäroidale* Gestalt annehmen.

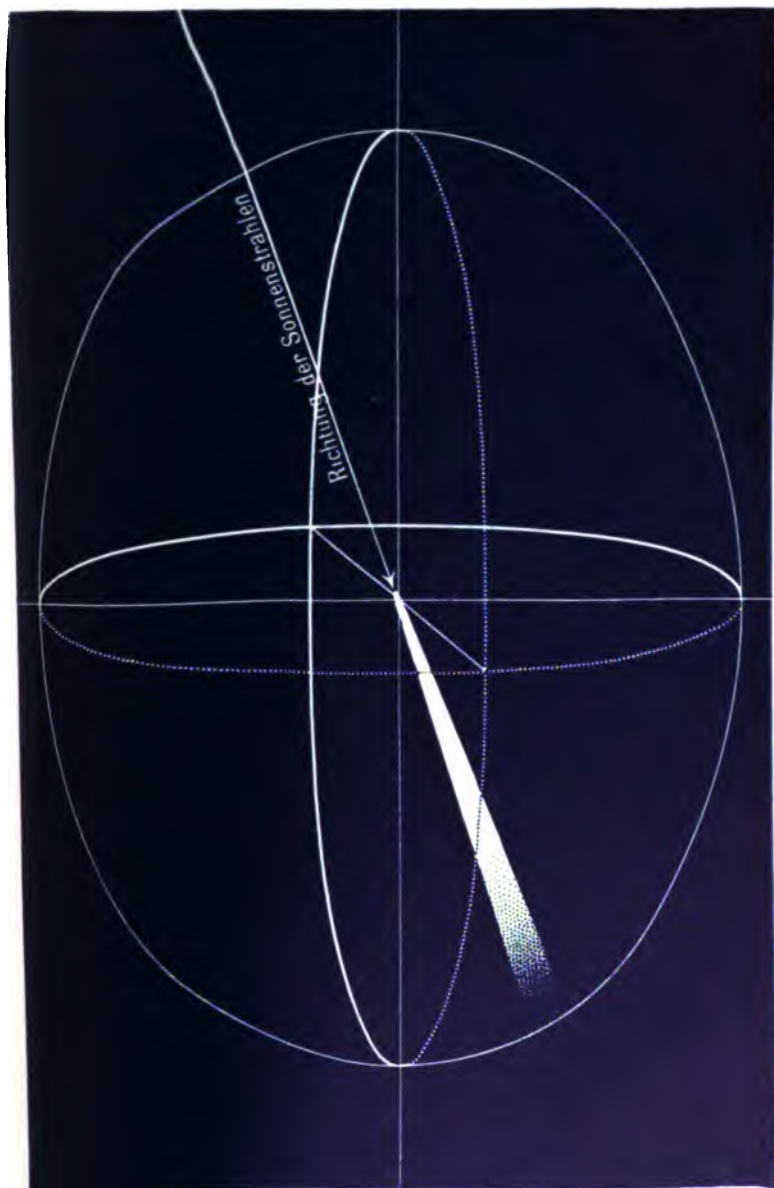
Der Regentropfen, welcher sich in der Luft bildet, zeigt die Gestalt einer Kugel. Die Praxis in der Schrotbereitung beruht auf der erfahrungsmässig gewonnenen Beobachtung, dass geschmolzenes Blei, von einem hohen Standorte aus durch ein Sieb gegossen, bei seinem Falle zur Tiefe zu einem abgerundeten Schrotkorn erstarrt.

Bei der durch das Gesetz der Attraction bedingten Bewegung eines Himmelskörpers in einer bestimmten Bahn um einen zu ihm gehörigen Centralkörper wird gleichzeitig eine Bewegung um *seine eigene Axe* stattfinden müssen. In dem Maasse, als diese sogenannte Umdrehungsgeschwindigkeit eine geringere oder grössere ist, wird seine Gestalt eine mehr oder minder *kugelförmige* oder *flache sphäroidale* Form annehmen.

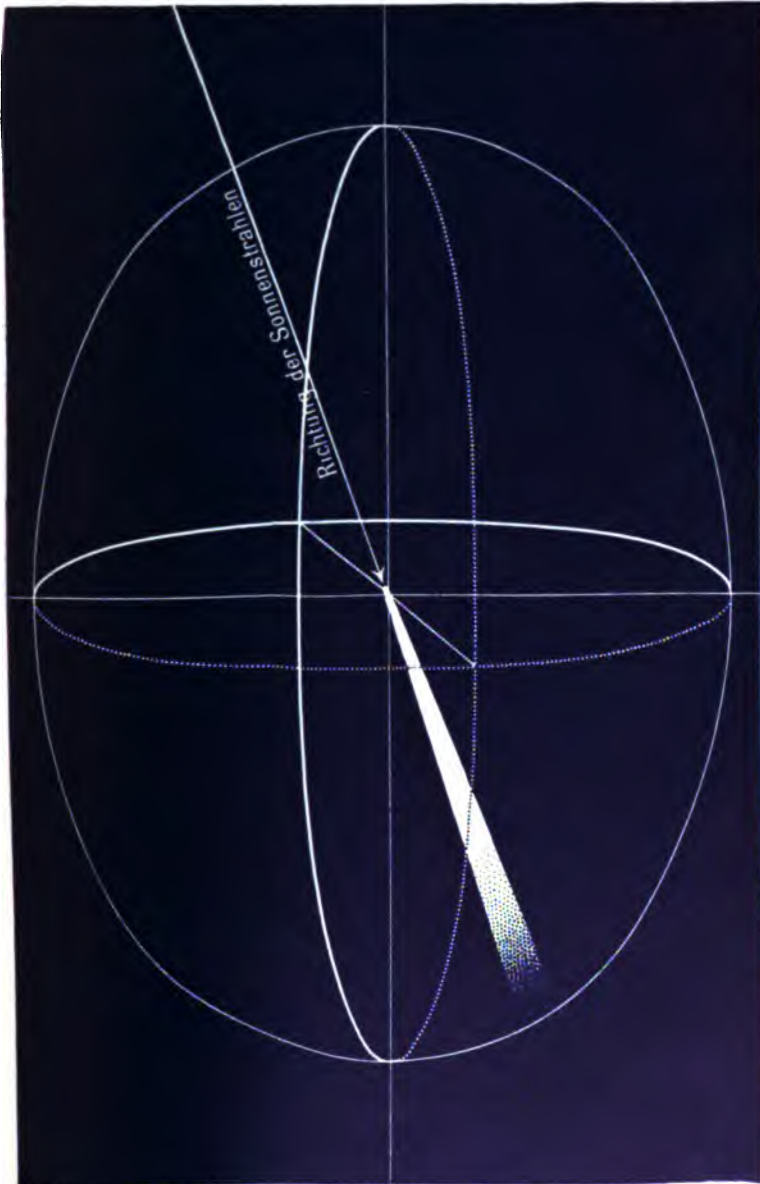
Durch ein ebenso lehrreiches als interessantes Eperiment hat der *Physiker Plateau* dieselbe Erscheinung sogar in einem mit Wasser angefüllten Gefässe nachweisen können. Durch eine Mischung von Wasser, das bekanntlich schwerer als Oel ist, mit specifisch leichterem Weingeist stellte er eine Flüssigkeit dar, deren specifisches Gewicht dem des Oeles gleichkam. Ein Quantum von Olivenöl, welches man in diese Mischung hineingoss, liess folgende physikalische Thatsache feststellen.

Mit Hülfe eines Stäbchens vermochte der genannte Gelehrte das Oel an jede beliebige Stelle des gemischten Wassers zu rücken, wobei es, in der Flüssigkeit frei schwebend, genau die Gestalt einer Kugel annahm. Wurde das Oel in eine schnell rotirende Bewegung gesetzt, so zeigte es nach kurzer Zeit eine sphäroidale Form, welche ihrerseits bei gesteigerter Geschwindigkeit wiederum einen Theil ihrer Masse abschleuderte, welche sich wiederum zu einer genauen Kugelform gestaltete.

Einen durchaus ähnlichen Vorgang bietet nach meiner Annahme die Bildung eines jeden Kometen in seiner sphäroidalen Gestalt dar. Erscheint er auch unserem Auge nur als ein erleuchteter Kern mit einem Strahlenbündel daran in geschweifter Gestalt, so ist dennoch an seiner vollständigen späroidalen Form nicht im mindesten zu zweifeln. Wie anders sollte man es erklären können, dass ein freilich nur aus luftförmigen Stoffen bestehender Körper, immerhin aber doch ein Körper, durch den weiten Aether seine Bahn zieht, ohne sich dem allgemeinen Gesetze zu fügen, das ohne Ausnahme den Himmelskörpern die ihnen eigenthümliche *kugelige* oder *sphäroidale Gestalt* verleiht? Das ist schlechterdings unmöglich, denn der Komet hat zwar die Bedeutung eines himmlischen Vagabunden, kann aber trotzdem nicht als Ausreisser bezeichnet werden, der plötzlich in dem Aether die ihm bestimmte Bahn verlässt, um wie Schiesspulver zu verpuffen und spurlos aus dem Dasein zu verschwinden. Seine Bahn, mag sie in vielen Tausend oder nur in wenigen Jahren von ihm durchwandert werden, setzt die Attraction eines Centralkörpers voraus, und damit ist von vornherein die Nothwendigkeit der Bildung einer nach physikalisch-mathematischen Gesetzen sich vollziehenden Gestalt gegeben.



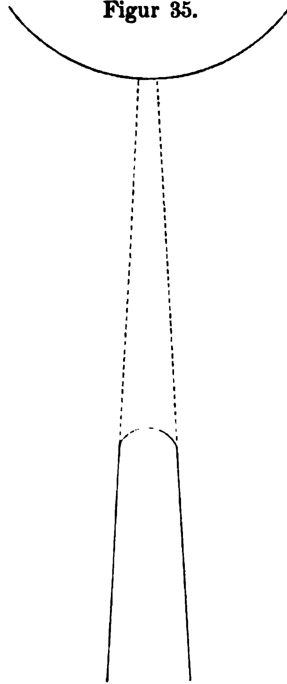
Zur Theorie der Entstehung des Kometen.



Zur Theorie der Entstehung des Kometen.

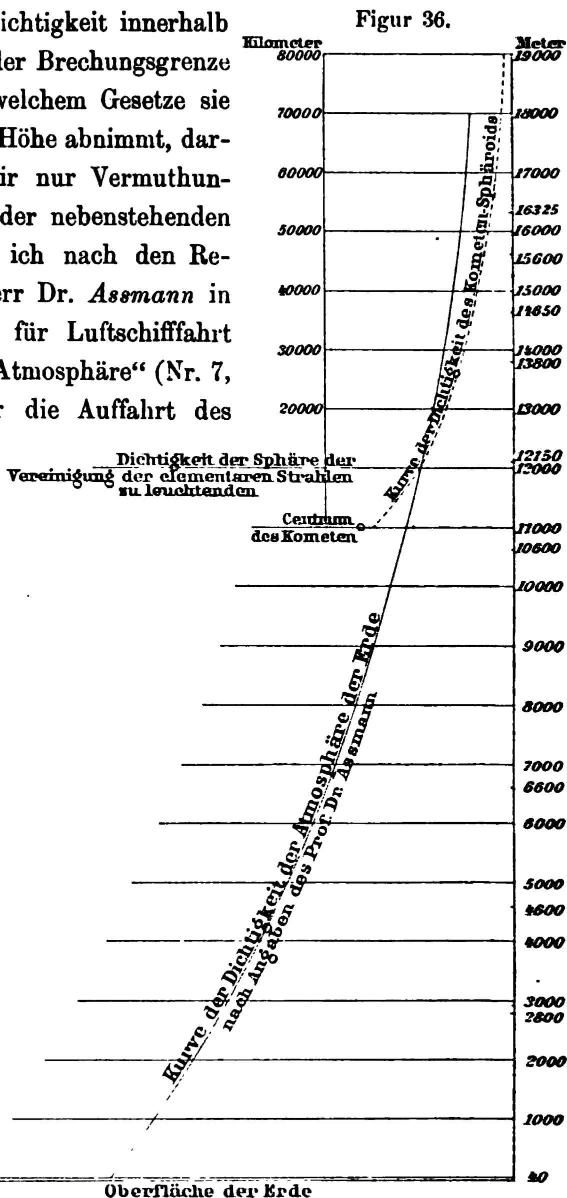
des Cylinders, dessen Querschnitt durch *AB* und *CD* gegeben ist, unerleuchtet und daher unsichtbar bleiben muss. Sichtbar dagegen wird die Kugel werden, in welcher die Umwandlung in leuchtende Strahlen geschieht, und der direct hinter dieser Kugel liegende Raum, in welchen die schon leuchtend gewordenen Strahlen eindringen, so dass der Anblick des kugelförmigen Körpers der gezeichnete wird. Derselbe ist, wie man sieht, schon sehr kometenähnlich; er zeigt den Kopf mit dem dahinter liegenden Schweif, allerdings einem Schweif von constanter Breite, während die Kometen einen Schweif haben, der sich mit zunehmender Entfernung vom Kopf etwas verbreitert, weil die von der Sonne radial ausgehenden Strahlen einen ausgedehnteren Kern finden und das Centrum des Sphäroids oft eine bedeutende Ausdehnung hat, bei welcher nun die Tangenten etwas auseinander gehende Richtung haben, wie es in *Figur 35* dargestellt ist. *Tafel III* zeigt die Entstehung des Kometenschweifes noch einmal deutlicher. Der sphäroidale Körper des Kometen ist im Umriss angedeutet, ferner die Richtung der Sonnenstrahlen; in einem verhältnissmässig kleinen Theil in der Mitte des Körpers geschieht die Umwandlung der elementaren in leuchtende Strahlen, die nun weiter gehen und in einem sich erweiternden Halbmesser den Körper erleuchtend den schönen Anblick des langen Schweifes erzeugen.

Figur 35.



Wie gross die Dichtigkeit innerhalb und unterhalb der Brechungsgrenze ist, und nach welchem Gesetze sie mit wachsender Höhe abnimmt, darüber können wir nur Vermuthungen hegen. In der nebenstehenden *Figur 36* habe ich nach den Resultaten, die Herr Dr. *Assmann* in der „Zeitschrift für Luftschifffahrt und Physik der Atmosphäre“ (Nr. 7, Juli 1894) über die Auffahrt des Ballons „Cirrus“ veröffentlicht hat, die Curve der Dichtigkeit der Atmosphäre gezeichnet. Der anfangs schnelle Abfall muss später sehr viel langsamer werden, weil der Druck ja erst beim Uebergang in den Aether, also bei einer Höhe von etwa 80000 Metern, gleich Null werden kann. Setzen wir für die

Figur 36.



Brechungsgrenze einen Druck von 150 Millimetern Quecksilber voraus, so befände sich dieselbe in einer Höhe von 12000 Metern. Derselbe Druck würde auch in der Brechungsgrenze eines Kometen herrschen; die Dichtigkeitscurve würde dann einen ähnlichen Verlauf haben müssen wie in unserer Atmosphäre; ich habe sie durch die punktirte Linie angedeutet, wobei allerdings darauf zu achten ist, dass die Strecken, welche 1000 Metern in der Atmosphäre entsprechen, auf dem Kometen bei seiner viel grösseren Ausdehnung vielleicht 10000 Kilometer darstellen.

Wie dem auch sei, man sieht jedenfalls aus der Darstellung, dass der Schweif des Kometen einen erleuchteten Halbmesser bildet, der sich an den innersten Kern, eine erleuchtete Kugel, anschliesst. Durch seine Grösse giebt daher der Schweif auch einen Anhaltspunkt zur Berechnung der Dimensionen des Kometen, welchem er angehört; dieselben sind oft von ganz unglaublicher Ausdehnung und übertreffen die der Sonne vielmals; die Masse aber ist, wie schon hervorgehoben, so gering, dass sie keinen Einfluss auf die Planeten und deren Monde ausübt.

4. Die Biegung des Kometenschweifes.

Die Bildung des Kometenschweifes ist mit dem Gesagten aber noch nicht vollständig erklärt; denn wer den *Donat*ischen Kometen 1858 oder sonst einen grösseren Kometen zu sehen Gelegenheit hatte, wird wissen, dass die auf *Tafel III* gegebene Darstellung den Anblick, welchen er bot, doch nicht ganz zutreffend wiedergiebt; der Schweif zeigte nicht die Form einer geraden Linie, sondern hatte eine *leicht gebogene Form;* die *Figur Tafel IV* stellt den *Donat*ischen Kometen dar, wie er in Wirklichkeit im Herbst des Jahres 1858 am Himmel

prangend zu sehen war. Die wahre Gestalt des Kometenschweifes ist also eine gebogene, während aus der gegebenen constructiven Darstellung ein geradliniger Schweif zu folgen scheint. Dieser Widerspruch muss noch gehoben, die Biegung des Schweifes aus seiner Entstehung noch erklärt werden, wenn meine Anschauungen über die Natur der Kometen allgemeine Annahme finden sollen.

Bevor ich mich hierzu wende, muss ich aber noch einen Punkt näher erwähnen, die so vielfach zur Darstellung gelangten Nebenschweife. Diese verweise ich auf Grund der Erfahrungen, welche ich mit zeichnerischen Darstellungen des *Donati*schen Kometen gemacht habe, in das Reich der Fabel. Alle solche *mehrfach geschwänzten Ungeheuer* verdanken ihre Entstehung phantasievollen Beobachtern, welche Erscheinungen zu erblicken glaubten, die nirgend anders als in ihrem Kopfe existirten; indem sie dann ihre *Phantasiegebilde* auf dem Papiere festhielten, überlieferten sie der Mit- und Nachwelt den Stoff zu den *irrthümlichsten* Vorstellungen, Voraussetzungen und Folgerungen. In dieser Beziehung führe ich als typisch die Behandlung, fast sollte ich sagen Misshandlung, an, welche der mehrfach erwähnte schöne *Donati*sche Komet erfahren hat. Mit eigenem Auge und mit Hülfe des Fernrohres habe ich mehrfach die Gelegenheit wahrgenommen, seine Erscheinungsform einer scharfen Beobachtung zu unterziehen. Er zeigte sich in der einfachsten und normalsten Form, wie sie die Bilder von Kometen im Aether den menschlichen Blicken gegenüberstellen. Die beigefügte Zeichnung (s. *Tafel IV)* entspricht genau seiner Gestalt, wie sie die Linie und die Farbe wiederzugeben im Stande ist. Der *Kopf* erschien stark ausgeprägt und der *Schweif* unmittelbar daran entwickelte sich in ziemlich gleichmässig zunehmender Ver-



[illegible]scher Komet [illegible]

Tafel IV.



Donatischer Komet October 1858.

breiterung als ein *eleganter schlanker Bogen.* So stand er lange Zeit am Himmel, und Jedermann hatte Gelegenheit, das Phänomen in der beschriebenen Gestalt zu bewundern.

Ein allzu genialer Zeichner, aber gleichzeitig weniger sorgfältiger Beobachter fand es nicht anstössig, der von ihm entworfenen Abbildung des einschweifigen Kometen, dessen sich vielleicht noch mancher Zeitgenosse erinnern wird, eine zwar malerisch wirksame, aber unerlaubte Beigabe zu spenden. Er fügte dem einzigen vorhandenen Schweife noch einen zweiten hinzu, den er als feinen Strich darstellte, welcher tangential an den Bogen des Schweifes vom Kopfe des Kometen ausging.

Auf diese Weise überlieferte der Urheber dieser Zeichnung der Nachwelt das vollständig irrthümliche Bild einer zweischweifigen Kometenerscheinung, wie es in die Lehrbücher übergegangen ist und die Veranlassung zu falschen Folgerungen geboten hat. Zum Glück hat es nicht an gewissenhaften Beobachtern gefehlt, welche sich beflissen fühlten, eine correcte Zeichnung zu liefern und das zweigeschwänzte Ungethüm aus der Welt zu schaffen.

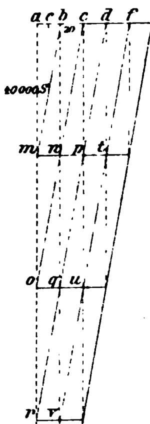
Doch mahnt dies Beispiel zu besonderer Vorsicht und zur eingehendsten Controle aller Abbildungen von Kometen und ganz allgemein von Himmelserscheinungen, die durch das Ungewöhnliche die besondere Aufmerksamkeit zu fesseln vermögen. Folgerechte Schlüsse müssen in erster Linie richtige Schilderungen und correcte graphische Darstellungen voraussetzen. Am allerwenigsten gehört eine erfindungsreiche Phantasie in das Reich der astronomischen Thatsachen.

Ich wende mich nun zur Krümmung des Kometenschweifes zurück. Da derselbe aus den im *Kerne leuchtend gewordenen Strahlen* der Sonne besteht, die Lichtstrahlen aber stets in gerader Linie fortschiessen, so erscheint diese Krümmung auf

den ersten Anblick als etwas Unmögliches und meiner Theorie Widersprechendes. Doch ist das nur Schein; bei näherem Zusehen findet man, dass diese Krümmung sogar als nothwendig gefordert und verlangt wird.

Keine Erfahrung scheint fester begründet als diejenige, dass das Licht sich nur in gerader Linie fortpflanzt. Man kann nicht um die Ecke sehen, ist ein so sicher richtiger Satz, dass man den, welcher das Gegentheil behaupten wollte, wohl einfach für einen Narren halten würde. Und doch ist der Satz nur mit einer Einschränkung richtig: er setzt nämlich voraus, dass der Beobachter und der gesehene Gegenstand in derselben Lage zu einander bleiben, dass sie sich nicht bewegen, sondern an derselben Stelle ruhig verharren. All dies ändert sich bei der Bewegung. Der Komet aber ist in beständiger Bewegung, und zwar in einer doppelten, in einer fortschreitenden um die Sonne und in einer rotirenden um seine Axe. Dazu kommt die Bewegung des Lichtes, welches mit einer Geschwindigkeit von 40000 Meilen in der Secunde fortschiesst. Diese drei Bewegungen bedingen die gebogene Erscheinungsform des Schweifes, was ich durch eine Zeichnung *(Figur 37)* noch mehr verdeutlichen will:

Figur 37.

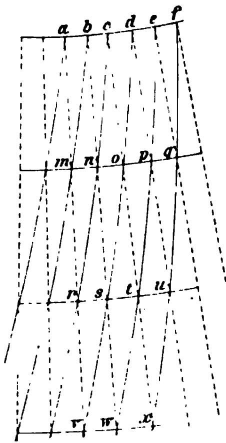


Angenommen, der Kern des Kometen befinde sich in *a* und empfange einen Strahl, der dort in einen leuchtenden umgewandelt wird, so geht der Kern, während dieser Strahl in der nächsten Secunde von *a* bis *m* fortschiesst, auf seiner Bahn vielleicht 20 Meilen weiter von *a* bis *b*. Wenn nun Kometenmaterie bei *m* liegt, so ist sie, während der Kern in *b* steht, erleuchtet. Nehmen wir nun weiter an, dass in *b* wieder ein

Strahl den Kern trifft und in einen leuchtenden verwandelt wird, so schiesst derselbe, während der Kern in der nächsten Secunde bis *c* kommt, 40000 Meilen geradlinig weiter, bis *n*. In derselben Zeit ist der erste Strahl nach *o* gekommen, so dass jetzt an den Punkten *o* und *n* die Materie erleuchtet ist. So geht die Sache weiter, und wenn wir annehmen, dass neue Lichtstrahlen immer nach jeder Secunde den Kern treffen, so würden am Ende der nächsten Secunde die Punkte *d p q r* erleuchtet sein. Thatsächlich trifft das Licht aber den Kern des Kometen nicht intermittirend von Secunde zu Secunde, sondern beständig und continuirlich. Auf dem ganzen Wege von *a* bis *b*, während der ganzen Secunde, wird der Kern beständig von neuen Lichtstrahlen getroffen, welche alle geradlinig weiterschiessen. Der Strahl z. B., welcher den Kern in *e* trifft, kommt, während der Komet bis *b* weitergeht, nur 20000 Meilen weiter, bis *s*, und so fort alle anderen, so dass, wenn der Komet in *b* steht, nicht nur der Punkt *m*, sondern die ganze Linie *b s m* erleuchtet ist. In derselben Weise ist nach einer weiteren Secunde die Linie *c n o* erleuchtet, und nach einer ferneren die Linie *d p q r*. Nehmen wir an, dass der bei *a* leuchtend gewordene Strahl bei *r* den Kometen verlässt und wieder in den leeren Aetherraum übergeht — es würde dies einer Längsausdehnung des Radius von $3 \times 40000 = 120000$ Meilen entsprechen —, so würde, wenn der Kometenkern in *f* angekommen ist, die erleuchtete Materie die Linie *f t u v* einnehmen, während zwischen *r* und *v* das Licht in den Aether herausgetreten ist, wo es keine Materie trifft, die es erleuchten kann. Auf diese Weise müsste also ein von der Richtung des Radius etwas abweichender, aber immerhin doch geradliniger Schweif entstehen. Dass der Schweif die gebogene Form annimmt, rührt daher, dass der Komet seine Bahn nicht geradlinig durchläuft, sondern dass

diese Bahn selbst eine Curve ist. Die nachstehende Zeichnung *(Figur 38)* verdeutlicht das. Während der Kern der Reihe nach die Bögen *ab, bc, cd, de, ef* durchläuft, schiessen die Lichtstrahlen radial weiter, wodurch, wie man sieht, eine gebogene Form der erhellten Linie *bm, cnr, dosv, eptw, fqux* entsteht. Auch hier ist wieder angenommen, dass die Ausdehnung des Radius des Kometenkörpers $3 \times 40000 = 120000$ Meilen beträgt, so dass bei *v, w, x* das Licht den Kometenkörper verlässt. Natürlich besteht der Schweif auch bei *a, b, c* schon in seiner vollen Ausdehnung, indem das vor *a* in den Kometenkern eingedrungene Licht entsprechend weiter gegangen ist.

Figur 38.

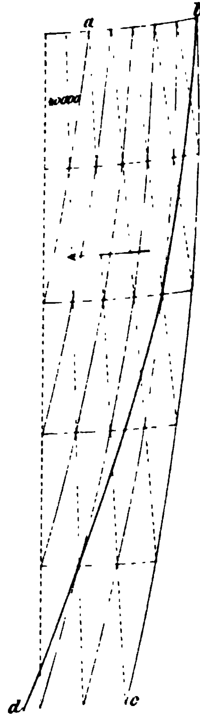


Nun ist aber zu bedenken, dass das gezeichnete Verhältniss der Strecken *ab* und *am* der Wirklichkeit keineswegs entspricht. Während *am* 40000 Meilen vorstellt, bedeutet *ab* nur eine Strecke von einigen 20, in wenigen Fällen von 70 bis 80 Meilen. In Folge dessen kann die Krümmung zu Folge der Bewegung, die Abweichung der gebogenen Linie *dosv* von der radialen Richtung *dpu* keine so bedeutende sein, wie es in der Zeichnung angedeutet ist. Die zweite Bewegung des Kometen, seine Rotation um seine Axe, ist noch in Betracht zu ziehen. Durch diese wird die erleuchtete Materie im Sinne der Drehbewegung weiter getragen, so dass auch das Licht, welches ja von den erleuchteten Massentheilen mitgeführt wird, sich seitlich weiter bewegt.

In der nebenstehenden *Figur 39* habe ich versucht, die Sache deutlich zu machen. Ich habe hier der Wahrheit ent-

sprechender einen Radius von 5 × 40000 = 200000 Meilen für den Kometen angenommen. Während sein Kern in fünf Secunden von *a* bis *b* gelangt, schiesst das Licht radial von *a* bis *c*, und von den anderen Punkten entsprechend, so dass die gebogene Schweiflinie *bc* entsteht. Zu gleicher Zeit rotirt aber die ganze Masse im Sinne des Pfeils, wodurch die erleuchteten Theile im Sinne der Drehbewegung weiter geführt werden, so dass die gebogene Linie *bc* in die stärker gekrümmte *bd* übergeführt wird, welche erst den thatsächlich vorhandenen Schweif darstellt. Was wir sehen, ist thatsächlich nichts Anderes als die unendliche Menge in Folge der Rotation und des Fortschreitens stets wechselnder erleuchteter Atome, die das Licht von einem zum anderen überragen.

Figur 39.



Die Krümmung des Schweifes hängt also mit der Bewegung des Kometen aufs Innigste zusammen, und zwar mit seiner doppelten, der fortschreitenden im Raume und der rotirenden um sich selbst. Daher muss die Biegung eine stärkere sein, wo die Bewegung eine stärkere ist, d. h. in der Sonnennähe, während bei der Entfernung von der Sonne der Bogen flacher wird.

Vielleicht ist auch ein Theil der Biegung noch dadurch hervorgebracht, dass die Lichtstrahlen vom Kerne des Kometen bis zu seinem Ende Schichten von verschiedener Dichtigkeit durcheilen, wobei sie gebrochen, d. h. von ihrem geraden Weg abgelenkt werden. Die Lichtstrahlen stehen auf dem Kometen

ja unter ähnlichen Verhältnissen, als sie nach ihrer Bildung auch in unserer Atmosphäre zeigen, und hier ist eine solche Ablenkung vom geraden Wege beim Uebergang in Schichten anderer Dichtigkeit unter dem Namen der atmosphärischen Strahlenbrechung wohl bekannt.

Die Krümmung des Schweifes ergiebt sich also aus meiner Theorie durchaus als nothwendig, ebenso wie seine immer von der Sonne abgekehrte Richtung. Auch das ist klar, dass er zu vollster Ausbildung erst in der Sonnennähe gelangen kann, während bei weiterer Entfernung von der Sonne ihn immer weniger Strahlen treffen, diese auch einen immer grösseren Weg zurückgelegt und also geringere Kraft haben, so dass die erleuchtete Partie, der Schweif, immer kleiner werden muss.

Zum Schluss möchte ich noch als einen nicht zu unterschätzenden Beweis für die Richtigkeit meiner Kometentheorie, speciell der Annahme einer sphäroidalen Gestalt in Bezug auf den Körper der Kometen die schon vor einigen Decennien beobachtete, den Gelehrten ganz unerklärliche Auflösung des sogenannten *Biela*schen Kometen anführen. Die Erklärung für dieses wunderbare Phänomen ergiebt sich nach meiner Auffassung sehr leicht. Thatsächlich hat sich die Theilung des Kometen in zwei bereits vor vielen Jahrhunderten vollzogen, und zwar in der Weise, dass, analog dem vorher beschriebenen Experimente von *Plateau,* der Hauptkörper des Kometen in seiner Peripherie einen *Mondkometen* abstiess. Unsichtbar umkreiste dieser seinen Hauptkörper, bis endlich seine Luftmasse eine Dichtigkeit gewonnen hatte, die ihn in die Sichtbarkeit treten liess. Beide Kometen erschienen fortan in verschiedenen Stellungen neben einander.

Somit schliessen die Kometen die wichtigsten Elemente voll beweisender Stärke für meine Anschauungen in sich, deren

Prüfung ich allen Denjenigen empfehle, welche geneigt sind, ohne Vorurtheile und ohne vorgefasste Meinungen die Sache und nicht die Person im Auge zu behalten.

Viertes Kapitel.

Die neu aufleuchtenden Sterne.

1. Allgemeine Erscheinung der aufleuchtenden Sterne.

Den räthselhaften Erscheinungen, welche wir auf Grund meiner Wärme- und Lichttheorie erklären und dem menschlichen Bewusstsein verständlich machen konnten, den Sonnenflecken, den Kometen, reihen sich andere nicht weniger räthselhafte und geheimnissvolle Vorgänge am Himmel an, welche zu den gewagtesten und schauerlichsten Vermuthungen Anlass gegeben haben.

Es lodern plötzlich Sterne auf, gespensterhaft leuchten sie eine Zeit lang an dem sonst dunklen Raume des Firmamentes in einem Glanze, der selbst die hellsten Fixsterne verdunkelt, stehen Monate lang hellleuchtend unter den anderen Sternen, um allmählich wieder zu verlöschen und für immer dem staunenden Blick zu verschwinden.

Im Ganzen gehört die Erscheinung solcher neuen Sterne zu den selteneren Ereignissen; von zwanzig bis dreissig derartigen Sternen ist uns bis jetzt berichtet, so dass etwa zwei bis drei auf jedes Jahrhundert kommen. In den drei Jahrhunderten, welche dem unserigen vorangingen, und in welchen der Himmel aufmerksam und regelmässig beobachtet wurde, sind nur acht neue Sterne erschienen. Wegen seines besonderen Glanzes berühmt ist der sogenannte *Tycho*nische Stern

vom Jahre 1572. Herr Dr. *M. Wilhelm Meyer,* der Director der astronomischen Gesellschaft „Urania“ in Berlin, berichtet über seine Erscheinung und den Eindruck derselben in folgender Weise:

„Als am Abend des 11. November des Jahres 1572 der berühmte Astronom und höchst exacte Beobachter *Tycho de Brahe* aus seinem Laboratorium trat, in welchem er sich nebenher mit chemischen Studien beschäftigte, bemerkte er zu seiner grössten Verwunderung einen hellen Stern zwischen den anderen wohl bekannten Sternen im Bilde der Kassiopeja, der früher dort nicht gesehen wurde. Welchen Eindruck dieses Wunder auf ihn machte, mögen seine eigenen Worte schildern:

‚Da ich nun im Freien nach gewohnter Weise den Blick auf das mir wohl bekannte Himmelsgewölbe richtete, sah ich mit nicht zu beschreibendem Erstaunen nahe im Zenith in der Kassiopeja einen strahlenden Fixstern von nie gesehener Grösse. In der Aufregung glaubte ich meinen Sinnen nicht trauen zu dürfen. Um mich zu überzeugen, dass es keine Täuschung sei, und um das Zeugniss Anderer einzusammeln, holte ich meine Arbeiter aus dem Laboratorium und befragte alle vorbeifahrenden Landleute, ob sie den plötzlich auflodernden Stern ebenso sähen als ich.‘

Später stellte es sich heraus, das *Cornelius Gemma,* Arzt in Löwen, der sich als Dilettant mit Astronomie beschäftigte, den Stern schon zwei Tage früher, also am 9. November bemerkt hatte, aber gleichzeitig sicher war, dass von ihm am 8. noch keine Spur zu erkennen gewesen. Der Stern musste also ganz plötzlich aufgeflammt sein, dann blieb er unbeweglich stehen, so dass *Tycho,* der fortwährend genaue Distanzmessungen des Sternes von anderen in der Nähe befindlichen machte, während der ganzen Dauer seiner Sichtbarkeit

nicht die geringste Bewegung des wunderbaren Objectes zu constatiren vermochte.

Aber der herrliche Glanz des neuen Sternes nahm schon bald nach seinem Erscheinen merklich ab. Während er in der ersten Zeit heller als irgend ein anderer Stern geleuchtet hatte, so dass man ihn, da er Tag und Nacht am Himmel stehen blieb und nie unterging, am hellen Mittag sehr gut mit freiem Auge sehen konnte, war er schon im März des folgenden Jahres 1573, also vier Monate nach seinem plötzlichen Erscheinen, nur so hell wie ein gewöhnlicher Stern erster Grösse, und ein Jahr nach seinem Aufblitzen war er zu einem kleinen unscheinbaren Lichtpünktchen zusammengeschmolzen.“

Das Licht des Sternes, welches Anfangs blendend weiss gewesen war, wurde dann gelblich und roth, im Januar 1574 wiederum weiss; nach mehrmaligem Farbenwechsel erlosch der Stern im März des Jahres 1574, und ist auch später nicht wieder gesehen und beobachtet worden.

Kepler erblickte im Jahre 1602 im Sternbilde des Schwans einen neu erschienenen Stern, der allerdings schon zwei Jahre vorher von dem Geographen *Jensen* entdeckt war. Dieser Stern erreichte zwar nur den Glanz eines Sternes dritter Grösse, entzog sich aber erst nach neunzehn Jahren den Blicken der Astronomen. Vielleicht war es derselbe Stern, den *Dominique Cassini* im Jahre 1655 genau an derselben Stelle aufleuchten und wieder verschwinden sah.

Glänzender und überraschender war für *Kepler* das plötzliche Auflodern eines Sternes am rechten Fusse des Schlangenträgers im October 1604. Sein weisses Licht überstrahlte, wenn auch nicht dem des *Tycho*nischen Sternes gleich, alle Fixsterne und selbst den Jupiter, und sein sonnenähnlicher

Glanz erregte das Staunen aller Beobachter. Fünfzehn Monate nach seinem Erscheinen verschwand er im März 1606 spurlos vom Himmel.

In unserem Jahrhundert sind vier neu erschienene Sterne zu verzeichnen gewesen. Der erste trat am 12. Mai 1866 plötzlich im Sternbilde der nördlichen Krone als Stern zweiter Grösse auf. Es zeigte sich, dass derselbe allerdings schon früher bekannt gewesen war, aber als Stern neunter bis zehnter Grösse, also nur in mittelgrossen Fernröhren sichtbar. Bereits eine Woche nach seinem Auftauchen verschwand er schon wieder für das blosse Auge, und etwa fünf Wochen später war sein Glanz wieder ebenso gering wie vor jenem Aufleuchten am 12. Mai, und in diesem Stadium ist er seitdem stehen geblieben. Der Stern von 1876 ist am Abend des 24. November von *Schmidt* zu Athen zuerst gesehen worden. Derselbe leuchtete im Schwan in gelblich rothem Lichtglanze dritter bis vierter Grösse auf. An seiner Stelle war früher kein Stern gesehen worden. Er blieb für das blosse Auge bis zum 15. December sichtbar und ist jetzt zu einem Lichtpünktchen vierzehnter Grösse herabgesunken.

Im August 1885 erschien in dem sogenannten Nebelfleck der Andromeda ein plötzlich aufleuchtender Stern sechster Grösse, der schon im September auf die Helligkeit der achten Grössenklasse herabgesunken war. Er nahm dann langsam weiter an Helligkeit ab, bis er zu Anfang des Jahres 1886 völlig unsichtbar wurde.

Schliesslich hat sich im December 1891 ein neuer Stern im Sternbilde Fuhrmann (Auriga) gezeigt, welcher ebenfalls den Charakter der bisher besprochenen hatte. Er leuchtete plötzlich als Stern fünfter Grösse auf und nahm dann unter einigen Schwankungen allmählich an Lichtglanz bis zur Un-

sichtbarkeit ab. Die Geschichte der Entdeckung dieses Sternes ist insofern interessant, als sie zeigt, dass das Aufleuchten doch kein so plötzliches ist, als man bisher angenommen hatte. Die Nachricht nämlich, dass im Sternbild Auriga ein neuer Stern fünfter Grösse aufgetaucht sei, wurde zuerst im Februar 1892 von der Sternwarte zu Edinburg aus verbreitet. Nun werden aber seit den grossen Fortschritten der Himmelsphotographie ziemlich regelmässige photographische Aufnahmen der verschiedenen Partien des Himmels vorgenommen, und bei der sorgfältigen Betrachtung der Photogramme jener Himmelspartie, in welcher dieser neue Stern erschienen war, fand man, dass er bereits seit dem 10. December 1891 mehrmals photographirt worden war. Er hatte dann noch im December desselben Jahres seine grösste Helligkeit, fast die eines Sternes vierter Grösse erreicht, und war dann wieder auf die Helligkeit fünfter Grösse herabgegangen. Die Helligkeit nahm dann allmählich weiter ab, bis der Stern im April 1892 nur noch von der sechzehnten Grösse war, worauf er bald unsichtbar wurde. Aber am 17. August desselben Jahres wurde der Stern auf der Lick-Sternwarte von Neuem als Stern zehnter Grösse aufgefunden. Er behielt seine Helligkeit ziemlich unverändert während des ganzen Septembers, wurde im October und November lichtschwächer, nahm dann an Helligkeit wieder zu, so dass er im December 1892 von Neuem die zehnte Grösse erreichte, und erst im Anfang des nächsten Jahres wurde er wieder allmählich schwächer, bis er schliesslich erlosch.

Es ergiebt sich also, dass ein Stern nicht plötzlich mit hellem Glanze auftaucht, sondern dass er allmählich lichtstärker wird und dann unter einigen Schwankungen wieder lichtschwächer; ja, nach dem völligen Erlöschen kann er von Neuem auftauchen, wobei er dieselben Entwickelungsphasen

durchmacht. Wir werden berechtigt sein, diesen Verlauf bei allen neu erschienenen Sternen anzunehmen, wenn sie auch als plötzlich hellleuchtend aufgetauchte beschrieben werden; sie alle sind vermuthlich der Aufmerksamkeit der Beobachter, bevor sie ihren hellsten Glanz erreicht hatten, entgangen, wie ja auch der *Tycho*nische Stern von 1572 schon vor *Tycho* von einem anderen Beobachter gesehen worden war.

2. Erklärung des Aufleuchtens neuer Sterne.

Welches ist nun der Grund für die wunderbare Erscheinung neuer Sterne?

Die Astronomen geben eine ganze Reihe von Antworten, welche alle das gemeinsam haben, dass es sich um Katastrophen, veranlasst durch die Begegnung zweier oder mehrerer Sonnensysteme, handelt.

Nach dem einen tritt eine *erkaltete Sonne* in eine *kosmische Wolke,* gebildet aus Millionen von Meteoren, ein, wo sich ihre Oberfläche durch die Reibung wieder bis zum Glühen erhitzt; nach einem anderen durchschreitet ein mächtiger Fixstern, der allein im Weltall umherirrt, das Planetensystem eines anderen, wobei er unter den Planeten desselben arge Verwüstungen anrichtet; andere wieder meinen, dass zwei gewaltige *kalte* und *dunkle Sonnen* sich im Weltraum treffen, mit kolossaler Gewalt auf einander stürzen und dabei durch den Stoss so viel Wärme entwickeln, dass sie für kurze Zeit aufleuchten. Also kurzes Aufblitzen in übermässiger Kraftentwickelung und dann ewiges Verschwinden! Tod einer ganzen Welt von Sonnen, ihren Planeten mit sammt allen Geschöpfen auf diesen Gestirnen!! Und auch uns kann dieses Schicksal beschieden sein; denn die meisten Zusammenstösse

dieser Art sollen in derjenigen Gegend des Himmelsraumes stattfinden, nach welcher unsere Sonne sich hin zu bewegen scheint. Fast wäre man versucht, auszurufen: was für wahnwitzige Gedanken sind das! Der Schöpfer in seiner Allmacht und Güte sollte Gefallen daran finden, ganze Welten gewaltsam zu zerstören! Zudem ist ein solcher Vorgang mechanisch ganz unmöglich. In einer Entfernung von vielen Hunderten Millionen von Meilen wirken grosse Massen nach dem Gesetze der Schwere bereits so stark auf einander ein, dass sie ihre Geschwindigkeiten, die sie einmal haben, verändern und sich in ihren Bahnen gegenseitig beeinflussen müssen, derart, dass sie nunmehr für immer an einander gekettet um ihren gemeinsamen Schwerpunkt rotiren; nie aber kann ein Zusammenprall erfolgen, falls sich die Körper nicht bereits in gerader Linie auf einander zu bewegen; solche geradlinigen Bewegungen aber kennen wir in der Natur nicht, sie sind bisher nirgends beobachtet worden, wie sie auch bei der Wechselwirkung der vielen Gestirne auf einander mechanisch nicht möglich sind. Auch erklären diese Annahmen in keiner Weise die Einzelheiten der Erscheinung, wie sie bei dem im Fuhrmann aufgetauchten Stern beobachtet werden konnten, nämlich das allmähliche Hellerwerden, und das Wiederaufleuchten, nachdem er schon einmal erloschen ist, sowie den mehrfachen Farbenwechsel und den sonnigen Glanz, welcher bei allen neuen Sternen beschrieben wird. Aus den Grundlagen meiner Anschauungen ergiebt sich dieses Alles, wie man sehen wird, in der ungezwungensten Weise, ohne dass man genöthigt ist, zu so gewaltsamen Maassregeln, wie dem Zusammensturz und Untergang ganzer Weltsysteme, zu greifen.

Ich erinnere zunächst noch einmal an die Vorstellungen, welche ich über die Entstehung des Lichtes gewonnen habe:

Auf der Sonne werden durch die Wärme die leuchtenden Strahlen geboren. An der Brechungsgrenze, zugleich der Projectionssphäre für alle Erscheinungen auf der Sonne, werden sie in elementare Strahlen zerlegt und erleuchten die Hülle der Sonne, die Corona, nur in ihren Knotenpunkten mit einem schwachen Lichte. Aus der Sonnenatmosphäre heraustretend, gehen sie als nichtleuchtende elementare Strahlen durch den Aether. In die Erdatmosphäre gelangend, werden sie bei einer bestimmten Dichtigkeit derselben wieder zu leuchtenden Strahlen vereinigt.

Alle Fixsterne zeigen eine Constitution, welche der unserer Sonne ausserordentlich ähnlich ist, und wir sprechen sie daher als Sonnen an, um welche ebenfalls Planeten kreisen, auf denen organisches, vielleicht menschliches Leben sprosst und gedeiht. Der Vorgang der Lichtbildung ist daher auf allen Fixsternen derselbe wie bei unserer Sonne, nur dass sie in so ungemessenen Weiten von uns sind, dass die Erde in jedem Moment kaum von mehr als von *einem* System elementarer Strahlen in derselben Richtung getroffen wird, und nur ab und zu, etwa alle viertel oder drittel Secunde, ein Knotenpunkt desselben unser Auge trifft, wie dies Seite 90 bei der Erklärung des Flimmerns eingehend aus einander gesetzt worden ist. Je weiter nun ein Stern von uns entfernt ist, um so schwächer wird das Licht, welches er uns sendet, und unsere stärksten Fernrohre haben nicht mehr die Kraft, Strahlen, die aus einer grösseren Entfernung als etwa 6000 Lichtjahren* zu

---

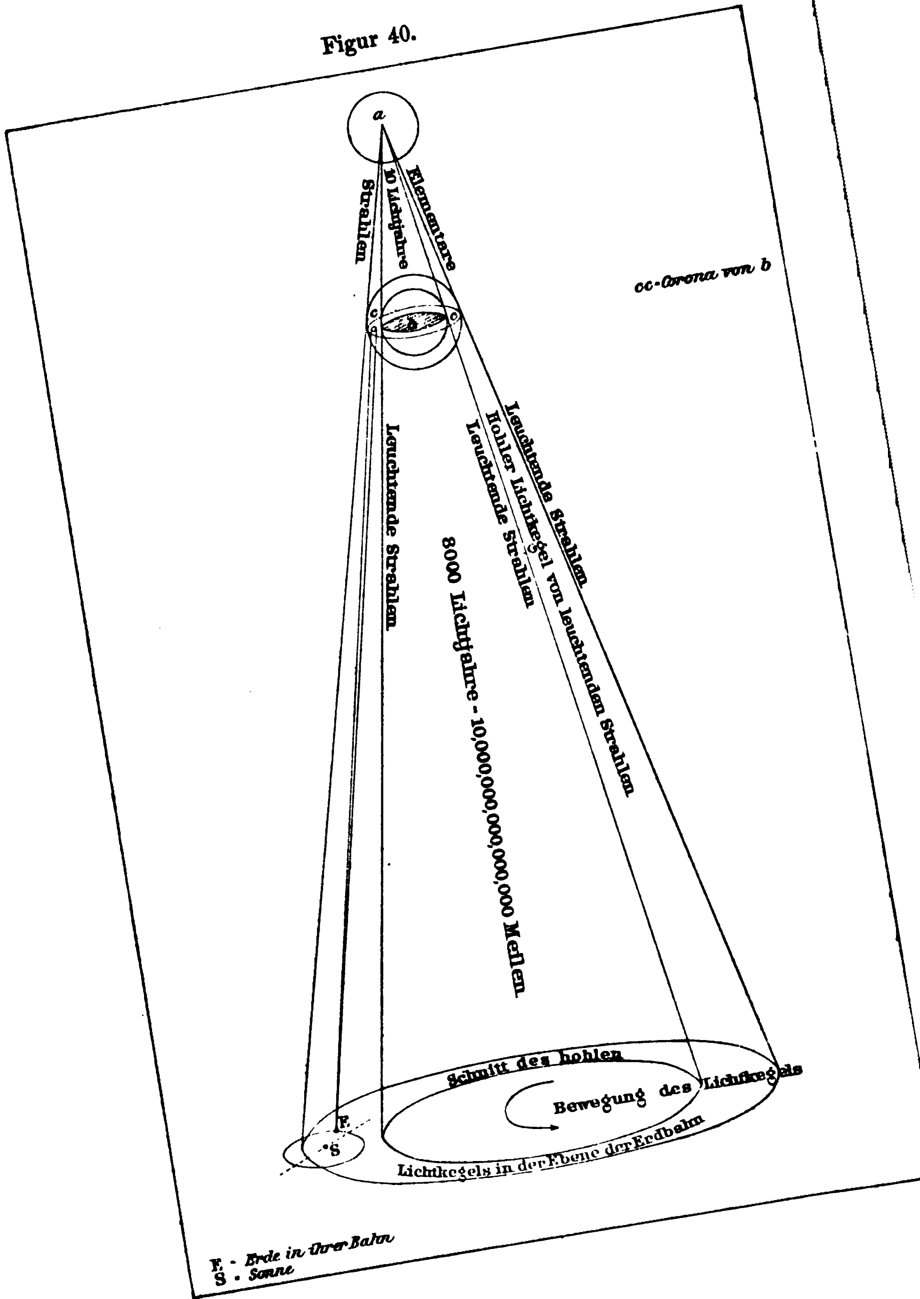
* Das Licht legt in einer Secunde einen Weg von 40000 Meilen zurück. Da ein Jahr 365 × 24 × 60 × 60 = 31536000 Secunden zählt, so durcheilt das Licht im Jahre den unfassbaren Weg von 31536000 × 40000 = 1261440000000 Meilen. Diese Entfernung von mehr als 1¼ Billion Meilen pflegt man als ein Lichtjahr zu bezeichnen.

uns kommen, zu sammeln und zur Sichtbarkeit zu bringen. Die Entfernung von 6000 Lichtjahren können wir daher als die Grenze der Sichtbarkeit betrachten. Der Raum aber ist unendlich, er hat keine Grenzen, und daher stehen weit jenseit der Sichtbarkeitsgrenze noch eine ungemessene Zahl von Weltkörpern, von welchen niemals, auch durch das Licht nicht, eine Kunde zu uns dringen kann. In unseren Regionen haben die elementaren Strahlen, welche aus Entfernungen von 8000, von 10000, von 100000 und mehr Lichtjahren herkommen, alle Fähigkeit, leuchtend zu werden, längst verloren. Nun muss bei der ungemessenen Zahl für uns ewig unsichtbarer Welten bisweilen folgender Fall eintreten:

Eine Sonne *a (Figur 40)* sendet ihre elementaren Strahlen nach allen Richtungen hinaus; in irgend einer Entfernung, sagen wir einmal von zehn Lichtjahren, befindet sich eine andere Sonne *b*. Die elementaren Strahlen, welche in deren Corona *cc*, von *a* kommend, eindringen, werden in derselben zu leuchtenden Strahlen umgewandelt, so dass von *b* aus ein leuchtender hohler Lichtkegel weiter geht. Dass die Strahlen in diesem Kegel leuchtende sind, kann für gewöhnlich nicht zu unserer Wahrnehmung kommen, weil im freien Aetherraume die Materie fehlt, welche erleuchtet werden könnte. Sobald aber solche Materie vorhanden ist, sobald z. B. die Erde auf ihrer Bahn in einen solchen Lichtkegel eintritt, müssen wir die helle Corona *cc* sehen, und zwar einen hellen Kernfleck in ihr, der einen blasseren Schimmer um sich hat. Wenn dann die Erde den Lichtkegel wieder verlässt, so muss dieses helle Bild, welches ganz dem eines aufleuchtenden Sternes entspricht, wieder entschwinden.

Nehmen wir, um eine bestimmte Idee festzuhalten, an, der Stern *b* sei eine Sonne von 200000 Meilen Durchmesser, mit

Figur 40.


a
Elementare
10 Lichtjahre
Strahlen
cc-Corona von b
b
c
c
Leuchtende Strahlen
Hohler Lichtkegel von leuchtenden Strahlen
Leuchtende Strahlen
Leuchtende Strahlen
8000 Lichtjahre - 10,000,000,000,000 Meilen.
Schnitt des hohlen Lichtkegels in der Ebene der Erdbahn
Bewegung des Lichtkegels
F.
S
F. - Erde in ihrer Bahn
S. - Sonne

einer Corona von 50000 Meilen Höhe, also zusammen mit einem äusseren Durchmesser von 300000 Meilen, nehmen wir ferner seine Entfernung von der Ebene der Erdbahn zu 8000 Lichtjahren an, und dahinter die Sonne *a* in einer Entfernung von zehn Lichtjahren stehend, so werden alle Strahlen, welche den vollen Körper *b* treffen, von diesem aufgenommen; diejenigen Strahlen dagegen, welche die Corona *cc* treffen, werden in ihr in leuchtende verwandelt und gehen nun als solche durch den Aether. Von diesen leuchtenden Strahlen wird also ein heller Lichtkegel gebildet, welcher in der Ebene der Erdbahn folgende Dimensionen hat:

Der Durchmesser des Schnittkreises in der Ebene der Erdbahn verhält sich zu dem in der parallelen Ebene durch die Corona *cc* wie ihre Entfernungen von *a*, also wie 8010:10, das ist wie 801 : 1 oder rund wie 800 : 1. Also ist der betreffende Durchmesser 800 Mal grösser als der entsprechende in *cc*. Daraus ergiebt sich für den äusseren Durchmesser die Grösse von $300000 \times 800 = 240000000$ Meilen, für den inneren $200000 \times 800 = 160000000$ Meilen. Die Differenz von 80000000 Meilen giebt die doppelte Breite des Lichtringes an, so dass wir in der Ebene der Erdbahn einen Lichtring von 40 Millionen Meilen Breite haben, das ist von einer Breite, wie sie dem Durchmesser der Erdbahn entspricht, also dem Durchmesser der kleinen Ellipse mit dem Mittelpunkte *S*. Den Vorgang beim Aufleuchten eines neuen Sternes, also z. B. des letzten im Sternbilde Auriga, denke ich mir nun folgendermassen:

Die Erde trat an irgend einer Stelle in den Rand des Lichtkegels ein, wodurch der Stern *a* sichtbar wurde; indem die Erde auf ihrer Bahn mehr in die Mitte des Lichtkegels gelangte, wurde der Stern heller und blieb vom December 1891

bis zum März 1892 von der fünften Grösse. Alsdann kam die Erde auf ihrem Kreislauf wieder an die Grenze des Kegels und trat aus ihm heraus, wodurch sich die allmähliche Abnahme der Helligkeit und das schliessliche Verschwinden erklärt. Dieser Vorgang müsste sich alle Jahre in derselben Weise wiederholen, wenn der Lichtkegel eine unveränderte Lage zur Erdbahn behielte. Aber starre Ruhe giebt es nicht in der Welt. Auch die beiden Gestirne *a* und *b* bewegen sich in den ihnen zugemessenen Grenzen, wodurch bewirkt wird, dass der Lichtkegel über die Erdbahn hinwegstreicht. Diese Bewegung kann je nach ihrer Richtung für die Sichtbarkeit des neuen Sternes förderlich oder schädlich sein; bei dem erwähnten Sterne bewirkte sie, dass die Erde bei seiner zweiten Erscheinung, von August 1892 bis Januar 1893, nur am Rande des Lichtkegels blieb, so dass nur ein Stern neunter bis zehnter Grösse zur Erscheinung kam. Der Lichtkegel kann sich natürlich auch mit der Erdbahn in solcher Weise bewegen, dass die Bahn mehrere Jahre hindurch in ihm bleibt, bevor die Erde wieder an den Rand des Kegels und aus ihm heraustritt. Dies wird namentlich dann eintreten können, wenn der Lichtkegel eine solche Breite hat, dass der Durchmesser der Erdbahn mehrmals in ihn hineingeht. Das wird z. B. der Fall sein, wenn der Stern *b*, in dessen Corona die Strahlen leuchtend werden, mehr als 8000 Lichtjahre von der Erde entfernt ist.

Auf diese Weise würde es sich erklären, dass einige der neu aufgetauchten Sterne mehrere Jahre hindurch sichtbar am Himmel blieben, bevor sie den Blicken entschwanden, wie ja auch der im November 1876 aufgetauchte Stern gegenwärtig noch als schwacher Stern vierzehnter Grösse zu sehen ist.

Nach meiner Anschauung handelt es sich also bei den neu aufleuchtenden Sternen nicht um Katastrophen irgend wel-

cher Art, Zusammensturz oder Explosion von Weltkörpern, sondern einfach um Bewegungen, welche dem allgemeinen Gesetz der Schwere folgen. Es muss der im Ganzen seltene Fall eintreten, dass zwei Sterne genau hinter einander mit der Erde eine gerade Linie bilden, und dass dann einer von jenen beiden oder beide durch eine Seitenbewegung den erzeugten Lichtconus so bewegen, dass die leuchtenden Strahlen auf der Erde zur Beobachtung gelangen.

Hervorheben möchte ich bei dieser Gelegenheit noch, dass die Bewegungen, durch welche der Lichtkegel über die Erdbahn hingeführt wird, nicht in der Gegenwart, nicht zu der Zeit ausgeführt werden, zu welcher die ganze Erscheinung von uns wahrgenommen wird, sondern viele, viele Jahre vorher. Ich habe bei der Zeichnung, an welche ich die Erklärung der aufleuchtenden Sterne anknüpfte, für die Entfernung der Sterne *a* und *b* von einander zehn Lichtjahre angenommen, für ihre Entfernung von der Erdbahn 8000 Lichtjahre; es bedeutet das eine Entfernung, welche das Licht trotz seiner kolossalen Geschwindigkeit von 40000 Meilen in der Secunde doch erst in einem Zeitraume von 8000 Jahren zurücklegt; daher würden wir die Vorgänge auf jenen Sternen, deren einziger Bote zu uns der Lichtstrahl ist, erst nach 8000 Jahren wahrnehmen können, und die Bewegungen, welche uns heute durch das Aufleuchten bemerkbar gemacht werden, sind bereits vor 8000 Jahren vor sich gegangen.

Solche Bewegungen also sind es, von denen uns durch das Aufleuchten eines Sternes Kunde gegeben wird. Was wir dabei erblicken, sind also die von dem Sterne *a* ausgegangenen, in der Corona des Sternes *b* leuchtend gewordenen Strahlen, und zwar können wir nur die hellsten sehen, welche in dem dichtesten Theile der Corona leuchtend geworden sind; wenn

wir jedoch sehr starke Fernrohre anwenden, so ist es vielleicht nicht unmöglich, dass wir ausser dem hellen Kern auch noch die ihn umgebende erleuchtete Materie der Corona sehen, so dass ein solcher neu aufgetauchter Stern dann wie ein schwacher Nebel mit einem sternartigen Kern erscheinen müsste. Thatsächlich war dies das Aussehen des mehrfach erwähnten neuen Sternes im Fuhrmann, als er im August 1892 auf der Lick-Sternwarte von Neuem aufgefunden wurde. Professor *Barnard,* der ihn mit dem 36 zölligen Refractor beobachtete, beschreibt ihn als einen Nebel von drei Bogensecunden Durchmesser mit einem Stern zehnter Grösse in der Mitte. Es wurde denn auch sofort die Behauptung ausgesprochen, dass der Stern sich in einen Nebel aufgelöst habe. Also vom April bis August 1892, d. h. in der kurzen Zeit von noch nicht ganz drei Monaten, soll ein Stern sich in einen Nebel verwandelt und aufgelöst haben. Welch ungeheuerliche, unmögliche Vorstellung! Man denke sich, ein Gebilde wie unsere Sonne löst sich in drei Monaten in eine luftige Masse auf! Wie viel einfacher, natürlicher und ungezwungener ist meine Auffassung, dass Bewegungen, welche durch die allgemeine Schwere veranlasst sind, uns in diesen neuen Sternen zur Anschauung kommen. Sollte es nicht zweckmässig sein, diese Theorie anzuerkennen und dadurch mit einem Schlage alle bis jetzt in so reichem Maasse vorhandenen Unmöglichkeiten zu beseitigen und die unerklärten Erscheinungen in einfacher Weise zu begreifen?

3. Bestätigungen der gegebenen Erklärung.

Eine ganze Reihe von Thatsachen wird durch meine Theorie in ein neues, aber auch helles Licht gerückt. Die Fixsterne flimmern, die neuen dagegen verbreiten einen sonnen-

ähnlichen Glanz ohne Funkeln und Flimmern, sie haben in der Zeit, wo sie aufflammten, als *Sonnen* mit *weissem, hellem, ungetrübtem Feuer* geleuchtet; mit *solchen Strahlen* durcheilten sie *Jahrtausende den Aether,* ohne dass diese auch nur im Geringsten gebeugt wurden; sie erschienen als von anderem Wesen.

Warum liessen sie sich nicht mit dem gewöhnlichen Maasse messen, warum finden hier die geschraubten Erklärungen mit der Interferenz der Strahlen keine Anwendung? Weil *dies überhaupt keine Erklärung* für das *Flimmern der Sterne* ist. Diese *aufleuchtenden Sterne* zeigen, dass *leuchtend gewordene Strahlen keinen Widerstand* im Aether oder der Luft finden, *unendlich lange Zeiten* können sie das Weltall durchfliegen, *sie bleiben was sie sind, leuchtend;* also muss wohl doch der *Lichtentwickelungsprocess* unserer Fixsternsonnen ein anderer sein, als die Gelehrten bis jetzt annehmen. Denn es ist unmöglich, dass diese leuchtenden Sterne über dem Gesetz ständen.

Im Gegentheil, sie folgen denselben Gesetzen, welche für alle anderen Sterne gelten, nur sind diese selbst bis jetzt von den Forschern nicht erkannt worden. Nicht *Interferenzerscheinungen* sind die Veranlassung des eigenthümlichen Funkelns der Fixsterne, welche bei den aufleuchtenden Sternen genau ebenso stattfinden müssten. Aber während diese letzteren uns leuchtend gewordene Strahlen zusenden, bekommen wir von den Fixsternen nur elementare, die den Aether und die Luft ohne Widerstand durcheilen und nur in einzelnen Knotenpunkten aufleuchten.

Die aufleuchtenden Sterne liefern daher die kräftigsten Beweise für meine Theorie und die *schlagendsten Gründe gegen die Interferenztheorie.*

Eine weitere unerklärliche Thatsache ist der Wechsel der Farbe, den die neuen Sterne zeigen; der *Tycho*nische Stern war weiss, dann gelb, nach einigen Monaten rot, nach Verlauf einiger Wochen wieder weiss, und in ähnlicher Weise zeigen die anderen neuen Sterne einen unregelmässigen Farbenwechsel. Auch hier wieder beweist meine Theorie ihre Richtigkeit, indem sich diese Erscheinungen als nothwendige Folgerungen aus ihrer Grundanschauung ergeben. Nur im innersten dichtesten Kern der Corona *cc (Figur 40)* kann die Umwandlung der elementaren zu völlig leuchtenden Strahlen geschehen; in den dünneren Schichten wird die Umwandlung keine vollständige sein können, so dass nur der innerste Theil des Lichtkegels von hellglänzenden weissen Strahlen gebildet wird, während nach den Rändern zu noch die verschiedensten Farben vorherrschen werden. Durchschreitet die Erde nun einen solchen Lichtkegel, so ist klar, dass sie an Stellen der verschiedensten Helligkeit und der verschiedensten Färbung gelangt, wodurch jeder Farbenwechsel des neuen Sternes seine einfache Erklärung findet.

Noch viele farbenprächtige Lichtphänomene gehen am Firmamente vor sich, die sämmtlich in ähnlicher Weise entstehen. Denn jeder Stern am Himmel bildet mit jedem anderen einen solchen Lichtconus und kann nun die Veranlassung der verschiedensten Erscheinungen werden: Wird die Corona einer Sonne von den leuchtend gewordenen Strahlen eines zweiten Sternes beleuchtet, so wird sie natürlich auch um so viel leuchtender und es erscheint uns der Stern alsdann heller. Dies ist eine natürliche Erklärung der so häufigen Veränderung des Lichtes der Fixsterne; es ist reflectirtes Licht, was uns jene Eigenthümlichkeiten der Sterne zeigt.

Es können auch mehrere Sterne beim Zustandekommen einer solchen Erscheinung betheiligt sein; fällt das Licht von

mehreren als *einer* hellen Corona auf einen Stern, so wird er um so glänzender erscheinen.

Ich will die tausendfach verschiedenen Einzelheiten, welche wir bei den veränderlichen Sternen am Himmel beobachten, nicht alle einzeln durchgehen. Mein Zweck war ja nur, zu zeigen, wie sie alle aus denselben Grundlagen meiner Theorie sich erklären. Den *Astronomen* muss es überlassen bleiben, alle Erscheinungen im Einzelnen zu verfolgen und zu registriren. Je eher sie dann bei der Erklärung die von mir entwickelten Grundsätze anwenden, um so eher wird dann manches jetzt noch geheimnissvolle Räthsel gelöst werden und mit der weiter fortschreitenden Erkenntniss auch der Genuss und die Freude am Anblick des gestirnten Himmels wachsen.

Dritte Abtheilung.

Das Thierkreislicht.

Erstes Kapitel.

Zur Geschichte des Thierkreislichtes.

Der unsterbliche Verfasser des Kosmos, *Alexander von Humboldt,* hat an verschiedenen Stellen seines inhaltreichen Werkes seine Aufmerksamkeit einer Lichterscheinung am Himmel geschenkt, welche er mit dem Namen des Ringes des Zodiakal- oder Thierkreislichtes bezeichnet. Im ersten Bande des Kosmos (S. 142 ff.) findet sich eine ausführliche Beschreibung derselben, um dem Leser eine zutreffende Vorstellung von dem Eindruck dieses Lichtes auf das menschliche Auge zu gewähren.

„Wer Jahre lang in der Palmenzone gelebt hat," so schreibt der Verfasser, „dem bleibt eine liebliche Erinnerung von dem milden Glanze, mit dem das Thierkreislicht, pyramidal aufsteigend, einen Theil der immer gleich langen Tropennächte erleuchtet. Ich habe es, und zwar nicht bloss in der dünnen und trockenen Atmosphäre der Andes-Gipfel auf zwölf- oder vierzehntausend Fuss Höhe, sondern auch in den grenzenlosen Grasfluren (Llanos) von Venezuela, wie am Meeresufer, unter dem ewig heiteren Himmel von Cumana, bisweilen intensiv leuchtender als die Milchstrasse im Schützen gesehen. Von einer ganz besonderen Schönheit war die Erscheinung,

wenn kleines duftiges Gewölk sich auf dem Zodiakallichte projicirte und sich malerisch abhob von dem erleuchteten Hintergrunde.

Eine Stelle meines Tagebuches auf der Schifffahrt von Lima nach der westlichen Küste von Mexico" — so fährt er fort — „gedenkt dieses Luftbildes. Seit drei oder vier Nächten (zwischen 10 und 14 Grad nördl. Breite) sehe ich das Zodiakallicht in einer Pracht, wie es mir noch nie erschienen ist. In diesem Theile der Südsee ist, auch nach dem Glanze der Gestirne und Nebelflecke zu urtheilen, die Durchsichtigkeit der Atmosphäre wundervoll gross. Vom 14. bis 19. März war sehr regelmässig $^3/_4$ Stunden, nachdem die Sonnenscheibe sich in das Meer getaucht hatte, keine Spur von Thierkreislicht zu sehen, obgleich es völlig finster war. Eine Stunde nach Sonnenuntergang wurde es auf einmal sichtbar, in grosser Pracht zwischen Aldebaran und den Plejaden, am 18. März 39 Grad 5 Min. Höhe erreichend. Schmale langgedehnte Wolken erscheinen zerstreut in lieblichem Blau, tief am Horizont, wie vor einem gelben Teppich. Die oberen spielen von Zeit zu Zeit in bunten Farben. Man glaubt, es sei ein zweiter Untergang der Sonne. Gegen diese Seite des Himmelsgewölbes hin scheint uns dann die Helligkeit der Nacht zuzunehmen, fast wie im ersten Viertel des Mondes. Gegen 10 Uhr war das Zodiakallicht hier in der Südsee gewöhnlich schon sehr schwach, um Mitternacht (sic) sah ich nur eine Spur desselben. Wenn es den 16. März am stärksten leuchtete, so ward gegen Osten ein Gegenstrom von milderem Lichte sichtbar. In unserer trüben, sogenannten gemässigten nördlichen Zone ist das Thierkreislicht freilich nur im Anfang des Frühlings nach der Abenddämmerung über dem westlichen, am Ende des Herbstes vor der Morgendämmerung über dem östlichen Horizonte deutlich sichtbar."

Die in den vorstehenden Worten gelieferten Schilderungen sind vollkommen geeignet, die Aufmerksamkeit des Lesers zu erwecken, der vielleicht niemals eine Ahnung davon besass, dass ein von ihm gesehenes auffallendes Lichtgebilde ein Thierkreislicht gewesen war, das freilich in unseren nördlichen Breiten sich durch die Seltenheit und Schwäche seiner Erscheinung wenig bemerkbar macht. Ueberhaupt entzieht sich der grossen Masse in unseren eigenen Zeiten noch die Kenntniss des Thierkreislichtes, und es kann daher nicht Wunder nehmen, wenn wir darüber unterrichtet werden, dass selbst der gelehrte und gebildete Theil der Menschheit der Vergangenheit bis in die Mitte des siebzehnten Jahrhunderts hinein in vollster Unkenntniss über eben dieselbe Erscheinung geblieben ist. Weder Physiker noch Astronomen aus den Zeiten des klassischen Alterthums gedenken derselben, und selbst die „vielbeobachtenden" Araber im alten Baktrien, am Euphrat und im südlichen Spanien haben auch nicht die geringste Kunde darüber in ihren Schriften hinterlassen.

Ob wir trotz dieses scheinbaren Stillschweigens hoch entwickelter Kulturvölker der Vergangenheit über das Vorkommen, die Gestalt und die Entstehung des Thierkreislichtes unsere Schlüsse so weit ausdehnen dürfen, um dem Alterthume überhaupt die Bekanntschaft mit demselben abzusprechen, das scheint mir von vorn herein fraglich zu sein. Schon an dieser Stelle kann ich mir die Freude nicht versagen, auf den Inhalt des sechsten Kapitels zu verweisen, das sich ausführlicher mit den astronomischen Kenntnissen der alten Aegypter beschäftigen und die berührte Frage von einem neuen Standpunkte aus behandeln wird.

Seitdem im Jahre 1661 in Europa der Engländer *Childrey* die Existenz des Thierkreislichtes zum ersten Male wieder

nachgewiesen und eine zutreffende Beschreibung desselben geliefert hatte, unterliess er es dennoch, der Frage nach den Ursachen seiner Entstehung vom wissenschaftlichen Standpunkte aus näher zu treten. „Was der Grund davon in der Natur sein mag, kann ich mir noch nicht vorstellen, sondern überlasse das künftigen Forschungen," so drückt er sich vorsichtig am Schlusse seiner Schilderung aus.

Erst 22 Jahre später, es war im Frühjahre 1683, erwarb sich *Dominicus Cassini* das Verdienst, seine wissenschaftlichen Untersuchungen auf die räumlichen Verhältnisse dieses Phänomens ausgedehnt zu haben. Seiner Ansicht nach sollte das Thierkreislicht, in der Gestalt eines abgesonderten dunstförmigen Ringes, aus einer Unzahl kleiner, planetenartiger, um die Sonne kreisender Körper zusammengesetzt sein. Er sagte mit aller Bestimmtheit: „Wenn die *Umlaufsbahnen des Mercur* und *der Venus* sichtbar wären (als Materie in voller Ausdehnung ihrer Oberfläche), so würden wir sie gewöhnlich in derselben Gestalt und in derselben Lage zur Sonne und an denselben Zeiten des Jahres als das Thierkreislicht erblicken."

Die hervorragendsten Physiker und Astronomen, wir brauchen nur Namen ruhmreichen Klanges wie *Laplace, Schubert, Poisson, Olmsted, Arago, Biot, Olbers, Alex. von Humboldt* aufzuführen, haben es sich seitdem angelegen sein lassen, der räthselhaften Entstehung des Thierkreislichtes ihre vollste Aufmerksamkeit zu schenken, ohne entscheidende Beweise für ihre Erklärungsversuche beigebracht zu haben. Vorsichtig äusserte sich desshalb der an letzter Stelle genannte Gelehrte: „Das Zodiakallicht, das pyramidenförmig aufsteigt, — ist entweder ein grosser zwischen der Erde und Mars rotirender Nebelring oder, doch mit minderer Wahrscheinlichkeit, die äusserste Schicht der Sonnenatmosphäre selbst." An einem anderen Orte

seines Kosmos (I, 146), dem ich die vorstehenden Worte entlehnt habe, bemerkt der berühmte Verfasser: „Unter der eben geschilderten engen Begrenzung der Sonnenatmosphäre ist mit vieler Wahrscheinlichkeit als materielle Ursache des Zodiakallichtes die Existenz eines zwischen der Venus- und Marsbahn frei im Weltraum kreisenden, sehr abgeplatteten Ringes dunstartiger Materie zu betrachten. Von seinen eigentlichen körperlichen Dimensionen, von seiner Vergrösserung durch Ausströmung der Schweife vieler Myriaden von Kometen, die in die Sonnennähe kommen, von der sonderbaren Veränderlichkeit seiner Ausdehnung, da er bisweilen sich nicht über unsere Erdbahn hinaus zu erstrecken scheint, endlich von seinem muthmaasslichen inneren Zusammenhang mit dem in der Nähe der Sonne mehr condensirten Weltdunste ist wohl für jetzt nichts Sicheres zu berichten. Die dunstförmigen Theilchen, aus welchen der Ring besteht und die nach planetarischen Gesetzen um die Sonne circuliren, können entweder selbstleuchtend oder von der Sonne erleuchtet sein (sic). Selbst ein irdischer Nebel (und diese Thatsache ist sehr merkwürdig) hat 1743, zur Zeit des Neumondes, mitten in der Nacht sich so phosphorisch erwiesen, dass man Gegenstände in 600 Fuss Entfernung deutlich erkennen konnte." *A. von Humboldt,* wie man sich überzeugt, gesteht mit aller, freilich gebotenen, Offenherzigkeit den Mangel an Sicherheit, höchstens eine äusserste Grenze des Wahrscheinlichen ein, mit welchem die Untersuchungen über die Ursache des Thierkreislichtes, wenigstens bis zu seiner Zeit, verknüpft waren.

Von ganz ausserordentlicher Bedeutung erscheinen uns jedoch die letzten Sätze, mit welchen der Verfasser des Kosmos seine Betrachtungen darüber abschliesst. Er bemerkt nämlich: „dass diese nur aufmerksam machen sollen auf den

Unterschied von dem, was der *Himmelsluft* (dem Weltenraum selbst) oder den *irdischen Luftschichten* zugehört, durch die wir sehen. Was an der ohnedies mannigfaltig bestrittenen oberen *Grenze* unserer Atmosphäre vorgeht, ist, wie wohl beobachtete Thatsachen zeigen, keineswegs vollständig zu erklären. Die wundersame Erhellung ganzer Nächte, in denen man in den Breiten von Italien und dem nördlichen Deutschland im Jahre 1831 kleine Schrift um Mitternacht lesen konnte, steht in klarem Widerspruch mit allem, was wir nach den neuesten und schärfsten Untersuchungen über die Crepuscular-Theorie und über die Höhe der Atmosphäre wissen. Von noch unergründeten Bedingungen hängen Lichtphänomene ab, deren *Veränderlichkeit* in der *Dämmerungsgrenze,* wie in dem *Zodiakallichte* uns in Verwunderung setzt."

Seit dem Erscheinen des Kosmos und dem Ableben des grossen Meisters auf den von ihm beherrschten Gebieten der Natur hat die Wissenschaft, welche sich mit der Physik des Himmels beschäftigt, weit über dreissig Jahre hinaus vollauf die erforderliche Musse gehabt, auch der Entstehung des Thierkreislichtes ihre Aufmerksamkeit zu schenken. Man sollte meinen, dass diese des Schweisses der Edlen werthe Aufgabe zu einer endlichen Lösung um so eindringlicher hätte auffordern sollen, als die neuesten Errungenschaften auf dem vielumfassenden Gebiete der physikalischen Gesetze — es sei hier nur an unser eigenes Zeitalter der Elektricität erinnert — den vorhandenen Stoff zu erfolgreichen Forschungen in ungeahntem Maassstabe vermehrt haben.

Nach meinem bescheidenen Wissen sind die daran geknüpften Wünsche und Hoffnungen keineswegs in Erfüllung gegangen. Die alten Muthmaassungen und Ansichten über die Entstehung des Thierkreislichtes stehen theilweise noch heute auf der

Tagesordnung, theilweise sind sie durch neue Hypothesen vermehrt oder umgestossen worden, zum deutlichen Zeichen, dass die gelehrte Welt sich noch weitab von ihrem Ziele befindet, den Lichtursprung jenes räthselhaften Phänomens auf seine wahre Ursache zurückgeführt zu haben. Von dem fabelhaften Nebelring, welcher die Sonne umkreisen soll, ist man allerdings ziemlich allgemein zurückgekommen; aber dafür leisten die neuen und neuesten Ansichten nicht weniger durch ihren Reichthum an Phantasie. So entwickelt ein Herr *M. A. Veeden* eine Theorie in einer Abhandlung, deren gelehrten Inhalt ich nur aus den auszüglichen Mittheilungen in einer Anzeige derselben kenne, welche die Ueberschrift trägt: „Eine Ansicht über das Wesen des Zodiakallichtes und die Störungen des Erdmagnetismus."

„Im ersten Bande unserer Zeitschrift (S. 577)," so sagt der betreffende Berichterstatter im ersten Hefte der „Urania" vom Jahre 1892, „wurde einer Hypothese von *Sherman* über das Zodiakallicht Raum gegeben, welche auf eine Verwandtschaft dieser Erscheinung mit den Polarlichtern einerseits und der Sonnencorona andererseits hindeutet. Der Verfasser hat sich dabei auf Wahrnehmungen gewisser Analogien in den Zodiakallicht-Beobachtungen, im Vergleiche der Sonnenfleckenperiode, gestützt, er sprach sich auch über die *Huggins*sche Vermuthung aus, dass das Zodiakallicht aus Theilchen bestehen könne, welche von der Sonnenoberfläche durch elektrische Abstossungen in den Weltenraum getrieben werden.

Eine neue Ansicht von *M. A. Veeden* findet, wie uns scheint, freilich mit noch unzureichendem Beobachtungsmaterial, aus den Polarlicht-Beobachtungen geradezu die Umdrehungszeit der Sonne um ihre Axe heraus, nämlich 26 Tage 6 Stunden und 36 Minuten, indem das Auftreten der Sonnenflecke

und Polarlichter an diese Periode gebunden sein soll. Das Zodiakallicht ist nichts anderes als die Corona der Sonne, welche aus Meteorpartikelchen besteht und den elektrischen Impulsen der Sonne gewissermaassen als Conductor dient.

Durch das Medium des Zodiakallichtes sollen die elektrischen Vorgänge auf der Sonne nun an den Erdkörper übertragen werden. Der Verfasser bemüht sich, die eigenthümlichen Variationen der Elemente des Erdmagnetismus, die täglichen und jährlichen Veränderungen derselben, in den Grundursachen auf die elektrischen Strömungen der Sonne zurückzuführen."

So viel leuchtet ein, dass diese neue Theorie vom Ursprunge des Zodiakallichtes, nach ihrer kurzen, aber vollständig aufklärenden Fassung in der abgedruckten Anzeige zu urtheilen, auf durchsichtige Verständlichkeit keinen besonderen Anspruch erhebt. Im Uebrigen ist sie auch nicht einmal neu, denn einen Zusammenhang des Thierkreislichtes mit der Sonnencorona hatte schon im Jahre 1833 Dr. *Olbers* vermuthet.

Eine besonders phantasievolle Ansicht hat der Director der Berliner Sternwarte, Herr Professor *Förster,* aufgestellt. Danach schleppt die Erde, wie die Kometen, einen Schweif hinter sich her, welcher an der Rotation der Erde nicht Theil nimmt, sondern ihr auf ihrer Bahn um die Sonne nachfolgt und in der Nacht im reflectirten Sonnenlichte sichtbar wird. Man sieht, zu welchen Absurditäten die Unkenntniss von der wahren Natur der *Schweifbildung* der *Kometen* führt. Leider ist der blinde Autoritätsglauben in wissenschaftlichen Kreisen viel verbreiteter, als man gewöhnlich annimmt, und daher hat auch diese Ansicht ihre gläubigen Jünger gefunden, welche auf die Worte des Propheten schwören.

Andere Gelehrte suchen den Nebelring, welchem seine

Existenz als selbständiges Glied unseres Sonnensystems abgesprochen ist, dadurch festzuhalten, dass sie ihn um die Erde kreisen lassen. Danach hätte also die Erde seit Jahrtausenden, ohne dass die Menschheit etwas davon wusste, einen Ring besessen wie der Saturn.

All diese gekünstelten und geschraubten Hypothesen enthalten noch ihre besonderen Widersprüche und Schwierigkeiten, sobald man sich in die Einzelheiten der Erscheinung vertieft, und man wartet bis zur Stunde auf die Lösung der räthselhaften Frage, die meiner bescheidenen Meinung nach nur in den allernatürlichsten Lichtverhältnissen und Reflexen ihre Begründung finden dürfte.

Der Wahrheit am nächsten kommt Herr Dr. *Ernst Henrici,* welcher unter der Ueberschrift „Das Zodiakallicht" in der Beilage zu Nr. 299 der „Allgemeinen Zeitung" (vom 27. October 1892) in einer überaus anziehenden Mittheilung aus *Caracas* seine Ansicht zum Ausdruck bringt. Der Herr Verfasser derselben befand sich seiner Angabe nach unter dem 10. Grad 31 Min. nördlicher Breite im Hochthale des *Rio Guayre* in den Cordilleren, 980 Meter über dem Meeresspiegel, und hatte wochenlang die günstige Gelegenheit wahrgenommen, das allnächtlich erglänzende Zodiakallicht mit Aufmerksamkeit zu beobachten. Die empfangenen Eindrücke des wundervollen Naturschauspieles nöthigten ihn zu dem Geständniss, „dass es einen ergreifenden Eindruck macht, wenn man den Blick für die feineren stillen Erscheinungen der Natur zu stimmen weiss."

Ich kann es mir nicht versagen, die Schilderung, welche der Reisende im Verlaufe seiner Mittheilung in einem gegebenen Falle zur Kenntniss seiner Leser bringt, ihrem strengen Wortlaute nach an dieser Stelle wiederzugeben, um die anschauliche lebendige Darstellung des Beobachters in gebüh-

render Weise hervorzuheben, zumal das Ganze einen werthvollen und ganz unerwarteten Beitrag zu meinen eigenen Betrachtungen über den Ursprung und das Wesen des Thierkreislichtes liefert, wenn auch einige Uebertreibungen verzeihlicher Art darin vorkommen, die leicht auf ihr richtiges Maass zurückgeführt werden können.

Herr Dr. *Henrici* schildert also seine Eindrücke mit folgenden Worten:

„Wenn der Himmel von tief hängendem schwarzem Gewölk bedeckt war, dann strahlte es durch einzelne Risse desselben so hell, als sendete der Mond sein mildes Licht hindurch: und doch waren es Tage, an welchen der abnehmende Mond erst um drei Uhr Nachts und später aufging. Geradezu ergreifend wirkte es, als ich mich eines Abends mit Sonnenuntergang auf den Beobachtungsposten begab. In der Richtung des Thales ballte sich von Ost und West dichter und dichter blauschwarzes Gewölk zusammen, der Vorbote eines schweren Gewitters. Die uralten Cordilleren nahmen, je ferner, desto mehr, den blauschwarzen Ton des Gewölkes an, in der Ferne ganz mit ihm verschwimmend, während das königliche Haupt der ‚Silla‘ ganz in den dunklen Schleier gehüllt war. Nur die nächsten Hügel der niedrigen südlichen Bergkette zeigten noch den Ton der grünen Matten, aber auch an ihnen jagten zerrissene, bleifarbene Wolkenballen entlang. Ein furchtbar jäh aufleuchtender Blitz! Es war der erste Gruss, den sich die Sturmgeschwister von Aufgang und Niedergang gaben. Noch waren sechs Minuten, bis die unsichtbare Sonne unter den Horizont sank, aber es war rasch so rabenschwarze Nacht geworden, als hätte auch die Sonne sich vor dem grausigen Wetter vorzeitig geflüchtet. Der Regen peitschte nicht mehr in Tropfen, sondern in dicken Strahlen auf das Land nieder, und das tobende

Wetter bog die hohen Pyramidenweiden *(Sausas)* wie dünne Gerten. Blitz auf Blitz erleuchtete unheimlich die Nacht, und das Ohr wurde betäubt von den krachenden Schlägen des Donners. In wenigen Minuten schwollen die kleinsten Rinnsel des Gebirges zu verheerenden und Bäume entwurzelnden Strömen und mischten ihr donnerndes Brausen in das unheimliche Rauschen des niederströmenden Regens. Das Gewitter dauerte über zwei Stunden, dann fingen die Wolken an zu zerreissen und sich zu lichten. Hier und da blickte ein Stern durch, und in dem erbärmlichen Nass hüpften dicke Frösche und schwerfällige Kröten herum, als hätte Mutter Natur gerade ihnen einen lustigen Tag bereitet. Das grosse Monstre-Concert der Natur hatte sein Finale erreicht, um nun die weiche Harmonie nächtlich tropischer Lichttöne folgen zu lassen. Zuerst hellte sich der Zenith auf und liess die hellsten Partien der Milchstrasse mit den sie deckenden Sternbildern sichtbar werden. Wie sich aber die dichteren Massen der Wolken mehr und mehr als Bank am Horizonte zusammendrängten, erglänzte in der neunten Stunde, also fast drei Stunden nach Sonnenuntergang, der ganze Westen in einem fahlen Lichte, das, nach oben pyramidenförmig und etwas nach Süden geneigt aufsteigend, erst in unmittelbarer Nähe der Milchstrasse sich nicht mehr deutlich erkennen liess. Die Intensität des Lichtes entwickelte sich aber im Fortschreiten der Zeit mehr und mehr, und da auch gleichzeitig das Auge die Lichtunterschiede immer schärfer zu fassen vermochte, so steigerte sich die prächtige Wirkung andauernd, von keinem Mondlicht gestört, und nur dann und wann überstrahlt von einem in den Bannkreis der Erde gezogenen glänzenden Meteor des Auguststromes.“

Zur Erklärung der Erscheinung sagt der Herr Verfasser Folgendes:

innerhalb der beiden Wendekreise beschränkt, mit anderen Worten auf die Zone des Thierkreisgürtels, der innerhalb der Grenzen jener beiden Kreise seinen mathematischen Ring zieht. Allerdings muss zugestanden werden, und über diesen Punkt ist ein Streit undenkbar, dass die Erscheinung der Pyramide des Thierkreislichtes innerhalb der angeführten Zone am häufigsten und am deutlichsten der Wahrnehmung durch das Auge gegenübertritt, aber diese Thatsache schliesst die andere nicht aus, dass dieselbe Erscheinung sich überhaupt über die ganze Erde verbreitet, wenn auch in den nördlichen Regionen unter anderer Form, allein auch in diesem Falle ohne den Lichtquell ihres Ursprungs zu verleugnen.

Vorweg will ich es mit aller Entschiedenheit betonen und ein besonderes Gewicht darauf legen, dass die Erscheinung des Zodiakallichtes von den Auf- und Untergängen der Sonne unzertrennlich ist und dass es die Farbenpracht am Himmel, welche das emporsteigende oder niedersinkende Tagesgestirn in seinem Gefolge zu haben pflegt, oft in gleichem Maasse theilt, mit anderen Worten, dass es sich als ebenbürtige Verwandte des Sonnen-Auf- und -Unterganges in seiner oftmals glanzvollen Schönheit offenbart. Schon diese einfache Wahrnehmung, die sich allen Beobachtern in unzweifelhafter Weise aufdrängt und von Niemandem bestritten wird, hätte die Männer der Wissenschaft auf die Vermuthung führen müssen, dass dem Thierkreislichte vielleicht nur die Eigenschaft einer verbesserten Auflage der alltäglichen Dämmerungs-Phänomene am Ost- und Westpunkte des Sonnenlaufes inne wohnen dürfte und dass beide, die Dämmerung und das Thierkreislicht, aus den gleichen oder ähnlichen solaren Lichtquellen ihren Ursprung abzuleiten hätten. An Stelle einer ebenso einfachen als natürlichen Anschauung verstieg man sich bis

zur unermesslichen Höhe der Sonnencorona, um gleichsam aus dieser das Material zum Aufbau jener Lichtpyramide herbeizuschaffen, deren Spitze sich zur Himmelshöhe emporrichtet und deren Basis auf dem Boden der Erde zu ruhen scheint.

Meine Ansichten über die Entstehung des Thierkreislichtes, die ich seit einer langen Reihe von Jahren durch fortgesetzte Beobachtungen der Lichtphänomene in unserer nördlichen Zone gewonnen und durch welche ich meine Lichttheorie bestätigt zu sehen geglaubt hatte, bedurften meiner Meinung nach einer besonderen Prüfung an den glanzvollsten Stätten seines Vorkommens in den südlichen Gegenden unserer Erde. Ich entschloss mich deshalb zu einer Reise nach dem Morgenlande. Als Ziel meiner Ausfahrt hatte ich das Pharaonenland Aegypten gewählt, da gerade im Nilthal nach den übereinstimmenden Beschreibungen aller Reisenden der Gegenwart und Vergangenheit den grössten Theil des Jahres über der Himmel von einer fast sprüchwörtlich gewordenen Klarheit und Reinheit zu sein pflegt, und keine auffallenden Hindernisse und störenden Einflüsse durch die Bodengestaltung des Landes den Beobachtungskreis schmälern und beengen.

In der Mitte des Monats Januar 1892 hatte ich bei trübem Wetter und bedecktem Himmel von meinem Heim im nördlichen Deutschland Abschied genommen. Mein Weg führte mich zunächst nach der Haupt- und Residenzstadt des heutigen Aegyptens, nach Kairo. In der ehemaligen Chalifenstadt fand ich jedoch in den ersten Tagen meines Aufenthaltes keine Gelegenheit, mich des ersehnten Anblickes eines Thierkreislichtes zu erfreuen, denn die Morgen und Abende zeigten sich in europäischer Trübe, und der östliche und westliche Horizont, die Geburtsstätten des erwarteten Lichtes, waren regelmässig in einen undurchdringlichen Wolkenschleier gehüllt,

der jede Hoffnung auf Erfüllung meines Wunsches hartnäckig abschneiden zu wollen schien. Meine Ungeduld wuchs begreiflicher Weise mit jedem neuen Tage, so dass ich bereits anfing, den guten Ruf des reinen ägyptischen Himmels ernstlich in Zweifel zu ziehen. Ein zufällig geplanter Ausflug nach dem sogenannten Barrage des Niles, an der Spitze des Deltagebietes, sollte mich jedoch bald eines Besseren belehren und mir die erfreuliche Gelegenheit bieten, zum ersten Male, am 1. Februar genannten Jahres, gleichzeitig am dritten Tage des laufenden Mondmonates, mich eines unerwarteten Genusses zu erfreuen: des ungetrübten Anblickes eines prachtvollen Thierkreislichtes.

Es war Abend geworden und die Sonne stand noch klar am rothglühenden Himmel über dem westlichen Horizonte. Anstatt die Einladung des Ober-Ingenieurs an den erwähnten Stauwerken auf eine freundliche Bewirthung in den Gemächern seines Hauses anzunehmen, zog ich es vor, das flache Dach des Gebäudes zu besteigen, um von meinem hohen Standpunkte aus eine Umschau über die Umgebung desselben zu halten.

Das Haus lag in der Mitte zwischen den beiden Riesenbrücken, von denen die eine die Ufer des Rosette-Nilarmes, die andere die des Armes von Damiette mit einander verbindet. Doch fesselte mich nicht lange die wundervolle landschaftliche Ausschau, denn die leuchtende Pyramide eines morgenländischen Thierkreislichtes erhob sich vor meinen Augen am westlichen Himmel. Meine Spannung war auf das Höchste gestiegen, und im Anblick des nie Gesehenen versunken, liess ich sogar die Zeitmessung ausser Acht.

Die glühend rothe Sonnenscheibe näherte sich zusehends dem westlichen Horizonte, dieselbe flammende Röthe ergoss sich über den Himmel und färbte die Wolken des ganzen Firmamentes mit einem Purpurglanze, wie er so selten in

unserer heimathlichen Zone in die Erscheinung tritt. Die Erscheinung rief mir dieselbe Farbenpracht in das Gedächtniss zurück, wie ich sie nur einmal an einem Novemberabend, am zweiten Tage nach dem Neumonde des Jahres 1886, gesehen hatte, einige Monate nach der bekannten Eruption des Krakatoa auf den westindischen Inseln, deren entsetzliche Folgen noch heute in aller Erinnerung leben. Man nahm damals von gelehrter Seite an, dass der Staub aus dem Aschenkegel des Kraters von den Wogen des Luftoceans bis in unsere nördlichen Zonen getragen worden sei und Veranlassung zu einer der herrlichsten Abenddämmerungen gegeben habe, mit deren Beschreibung sich selbst die Tagesblätter beschäftigten. Der Himmel prangte in den glühendsten Farben, gerade wie hier am Nil, und ich hatte den Muth, die Wiederkehr dieser glanzvollen Lichterscheinung nach Verlauf von achtundzwanzig Tagen vorauszusagen. Sie traf genau an dem bezeichneten Datum ein — es war ein zweiter Tag nach dem Neumonde —, denn ich hatte auf Grund meiner Theorie die Überzeugung gewonnen, dass die wundervolle Erscheinung einzig und allein auf die Bildung eines Thierkreislichtes zurückzuführen sei.

Doch ich kehre zu meinem Standpunkte auf dem Dache des Gastfreundes zurück. Die Sonne ging an dem glühenden Himmel zur Rüste, die rothen Wolken nahmen einen dunklen Farbenton an, während sich aus dem Purpurschimmer der Abendröthe eine wundervolle, feurig glänzende Pyramide zusammenzog, deren rundlicher Scheitel sich hoch nach dem Himmel emporstreckte. Nach meiner ungefähren Abschätzung betrug der Winkel, unter welchem ich dieselbe sah, etwa 35 Grad.

Allmählich war der Flammenschein des Abendhimmels, welcher sich oberhalb des Thierkreislichtes ausbreitete, in einen bläulichen Ton übergegangen. Das Zodiakallicht ver-

losch langsam, während sich der Himmel in dunkle Farben hüllte. Wohl erst nach Verlauf einer Stunde verliess ich das Dach, nachdem auch die letzten schwachen Umrisse des Thierkreislichtes dem Beispiel der Sonne gefolgt, d. h. unter den Horizont getaucht waren und finstere Nacht jede Spur desselben verwischt hatte.

Ich empfand das Gefühl höchster Befriedigung, nachdem mir in so unerwarteter Weise die Gelegenheit geboten worden war, zum ersten Male das Thierkreislicht von seiner Entstehung an bis zu seinem allmählichen Hinschwinden ohne störende Nebeneinflüsse beobachten zu können. Es war ein Genuss eigener Art, der meine Erwartungen für alle späteren Erscheinungen auf das Höchste anspannte, und ich habe kaum nöthig hinzuzufügen, dass der Eindruck des wundervollen Naturschauspieles bis zur Stunde in meiner Erinnerung auf das Lebendigste haften geblieben ist. Es ist begreiflich, dass ein empfängliches Gemüth von der erhabenen Grösse dieses Lichtzaubers im Nilthale auf das Tiefste bewegt wird, und ich verstehe es heute mehr als je vorher, wenn nach der Versicherung meines gelehrten alten Freundes, des jüngst verstorbenen Professors *H. Brugsch*, „die Flügel der Morgen- und Abendröthe“, um mich dieser biblischen Ausdrücke zu bedienen, in der Bilder-Mythologie der pharaonischen Aegypter an die Schultern und Arme der beiden unzertrennlichen Göttinnen des Morgen- und Abendlichtes, *Isis* und *Nephthys*, geheftet erscheinen. Das Licht galt bei den Altvorderen im Nilthale als die Quelle des Werdenden, als der Erhalter und Nährer des Gewordenen, als der Wiedererwecker des Gewesenen, und es ist natürlich, dass die Punkte seiner Geburt im Osten und seines Hinscheidens im Westen eine symbolische Bedeutung in Bezug auf die unsterbliche Natur gewannen, die

in hymnenartigen Gesängen auf den Leichensteinen der Todten ihren beredten Ausdruck fand.

Vom Beginn des Monats Februar an leuchtete ein fast beständig blauer Himmel über der Chalifenstadt, so dass die störenden Einflüsse trüber Tage als beseitigt angesehen werden konnten. So fehlte es denn nicht an häufigen Gelegenheiten zu fortgesetzten Beobachtungen während meiner Spaziergänge in abendlicher Zeit in der unmittelbaren Umgebung Kairos, die freilich des Vorzuges entbehrte, dem Beschauer eine unbehinderte Ausschau über eine freie Ebene bis zum fernen Horizonte hin zu gönnen. Diese Gelegenheit sollte mir erst zu Theil werden, nachdem ich auf das flache Dach des von mir bewohnten Hotels aufmerksam gemacht worden war. Kein Hinderniss trat mir fortan entgegen und mein Auge beherrschte die denkbar freieste Aussicht. Die Erscheinungen des Thierkreislichtes traten in voller Klarheit unter den günstigsten Umständen ein, aber jedes Mal, nachdem die scheidende Sonne am westlichen Horizonte ihren Untergang gefeiert hatte.

Der Abendhimmel nimmt regelmässig einen bläulichen Ton an, in seiner Färbung an eine helldurchsichtige Azurlasur erinnernd. Nur nach dem Zenith hin verdichtet sich der wundervolle Schimmer zu einem tieferen Blau. Der lichte Schein zieht sich vor dem sehenden Auge allmählich zusammen, um sich etwa zehn Minuten nach dem Verschwinden der Sonnenscheibe zu einer wunderschönen Pyramide mit abgerundeter Spitze zu concentriren. Der seitliche östliche Himmel gewinnt eine etwas dunklere Färbung, die Kantenlinien der Pyramiden erscheinen zart und weich verwaschen, denn sie lassen niemals das Bild einer scharfen Begrenzung erkennen. Von Moment zu Moment nimmt das Himmelsblau einen intensiveren Ton an, der die optische Täuschung hervorruft, als nähme die Licht-

pyramide an Helligkeit zu, eine natürliche Folge des Contrastes zwischen Licht und Abendhimmel.

Professor *H. Brugsch*, den ich ersucht hatte, auch seinerseits in den von ihm damals bereisten Gegenden in verschiedenen Theilen Aegyptens den Erscheinungen des Thierkreislichtes seine Aufmerksamkeit schenken zu wollen, schrieb mir aus Sa el-hager, dem alten Saïs, im westlichen Deltagebiet, die folgenden Zeilen über eine der merkwürdigsten von ihm beobachteten Lichtpyramiden:

„Die Sonne ging unter, es war am 18. April d. J., und mein Stand am östlichen Nilufer des Rosettearmes. Ein orangegelbes breites Band lagerte in vollster Reinheit, d. h. ohne dunkles Gewölk am westlichen Horizonte, als sich langsam und stetig an der Stelle des Sonnenunterganges eine Lichtpyramide himmelwärts hinaufzog, welche genau dieselbe orangegelbe Färbung zeigte und nach etwa zehn Minuten langer Dauer langsam vor meinen Blicken wieder verschwand."

Es sei an dieser Stelle eine Bemerkung eingeschaltet, welche sich auf den jeweiligen intensiv rothen Schimmer derselben Lichterscheinung bezieht, für welchen besondere Gründe vorliegen müssen, deren Nachweis zu liefern sein dürfte. Mit kurzen Worten lässt sich derselbe auf eine mit Feuchtigkeit geschwängerte Atmosphäre oder auf Staubtheile zurückführen, welche der zumeist in der Epoche zwischen Ostern und Pfingsten wehende Chamsin*-Wind in die Lüfte emporträgt.

Die hellen klaren Erscheinungen des Thierkreislichtes, deren

* Eigentlich so viel als 50 bedeutend, da die angegebene Epoche nach altkoptischer Kalenderberechnung gerade 50 Tage beträgt. Auch das französische *Pentecôte*, englisch *Pentecost*, deutsch *Pfingsten* u. s. w. leitet seinen Ursprung von derselben Zahl 50 her, die bekanntlich im Griechischen *Pentekostê* lautet.

Schilderung ich weiter oben auf Grund sorgfältiger eigener Beobachtungen geliefert habe, nehmen an zarter Durchsichtigkeit zu, je mehr sich der Beobachter den südlichen Breiten nähert. Meinem Tagebuch, das ich auf meiner Reise im ägyptischen Oberlande geführt habe, entlehne ich folgende Stelle:

„Am Donnerstag den 25. Febr. 1892, an dem dritten Tage vor dem Eintritt des Neumondes, ruhte unser Nildampfer an der Hafenstelle von *Luxor* (25 Grad 42 Min. 55 Sec. nördl. Br. nach den Berechnungen der französischen Commission während des Feldzuges Napoleon Bonapartes in Aegypten) angesichts der grossartigsten Tempelruinen aus den Glanzzeiten der Geschichtsepoche des sogenannten Neuen Reiches (18. bis 12. Jahrh. vor Chr.). Es war ein glücklicher Zufall, wenn mich in meiner engen Schiffskoje der nächtliche Schlaf nicht zu fesseln vermochte, so dass ich mich in der Dunkelheit von meinem Lager erhob und, gegen die frische Morgenluft wohl geschützt, auf dem Hinterdeck des Schiffes meinen Platz einnahm. Vor mir lag hinter dem hohen Ufer des heiligen Stromes die majestätische Tempelruine, in ihrer ganzen Längenausdehnung sich erstreckend von Nord nach Süd, von den schwachen Strahlen des abnehmenden Mondes mit bleichem Schimmer übergossen. Es war ein Bild, das in solcher Beleuchtung die Grösse der Vergangenheit dem Gedächtniss des Sohnes unserer Zeit in unauslöschlichen Zügen einprägte. Auf dem dunklen Hintergrunde hoben sich die Säulengänge und Hallen des Riesenbaues in gespensterhaftem Leuchten ab, als sich plötzlich der dahinter liegende Morgenhimmel zu klären begann und ein schwacher Schein sich sehr bald zu einer Thierkreislicht-Pyramide mit ihrer rundlichen Spitze herausbildete. Die Weiber der Fellachen, welche noch kurz vorher beim Mondschein nach den Ufern des Niles gewandert waren, um Wasser aus den Fluthen

für ihren täglichen Hausbedarf zu schöpfen, nahmen von jetzt an die Gestalt schwarzer Silhouetten an, welche mit Krügen auf dem Haupte die Uferseite entlang schlichen. Die massigen Säulen der Tempelhallen, immer noch vom Mondschimmer matt erhellt, schienen die Beleuchtung eingebüsst zu haben, denn sie hoben sich scharf und dunkel von dem höher steigenden Lichtberg ab, der mitten durch ihre offenen Zwischenräume seinen silberhellen Morgenglanz ergoss. Je höher die Lichtpyramide sich himmelwärts emporstreckte, um so klarer und deutlicher liessen sich die Umrisse und Schäfte der Säulenformen erkennen, und die natürliche dunkle Färbung ihres Gesteins trat allmählich dem Beschauer in gewohnter Weise entgegen."

Die beschriebene Erscheinung zeigte, nach allen Phasen ihrer Entwickelung hin, das Bild eines Thierkreislichtes unmittelbar vor dem Sonnenaufgange, eines Lichtheroldes, welcher die bevorstehende Ankunft der strahlenden Königin des Tages der erwachenden Welt verkündigte.

Es ist eine wohl zu beachtende Thatsache, dass die Bildung des morgendlichen Thierkreislichtes von seiner anfänglichen Entstehung an bis zu seiner vollendeten Gestaltung hin den umgekehrten Weg einschlägt, welchen wir bei dem abendlichen zu beobachten gewohnt sind. Zunächst bricht sich am östlichen Himmel die Spitze der Pyramide ihre Bahn, steigt immer höher und höher am Nachthimmel empor und öffnet zum Schlusse der aufgehenden Sonne die ewige Strasse des Lichtes.

Indem ich mir vorbehalte, über eine der merkwürdigsten und lehrreichsten Erscheinungen des Thierkreislichtes während meines Aufenthaltes in *Assuan,* der südlichsten Grenzstadt Aegyptens (auf dem 24. Grad 8 Min. 6 Sec. nördlicher Breite gelegen), in gebotener Ausführlichkeit im fünften Kapitel dieses Abschnittes zu reden, bemerke ich noch, dass ich den soge-

nannten Gegenschein, welcher dem Zodiakallicht gegenüber bisweilen am Himmel auftritt, und von welchem z. B. auch *Humboldt* (S. 164) berichtet, niemals beobachtet habe. Er wird als von ähnlicher Gestalt wie das Zodiakallicht selbst, aber von weit geringerer Grösse und Lichtintensität geschildert. Bisweilen soll sich eine vollständige Verbindung zwischen den beiden Lichtkegeln ausbilden.

Dass ich im Stande bin, auch von dieser bisher vollkommen räthselhaften Erscheinung eine genügende Erklärung zu liefern, sehe ich als einen nicht geringen Beweis für die Richtigkeit der Grundlagen an, von welchen meine Theorie ausgeht.

Indem ich nun dazu übergehe, die Ursachen der Entstehung der Pyramide des Thierkreislichtes in verständlicher Weise zu entwickeln, rufe ich denen, welche sich der unparteilichen Prüfung meiner Darlegungen verschliessen, die Worte eines berühmten Gelehrten auf dem Gebiete der Naturwissenschaften in ihrem weitesten Umfange in das Gedächtniss zurück: „Eine vornehm thuende Zweifelsucht, welche Thatsachen verwirft, ohne sie ergründen zu wollen, ist in einzelnen Fällen fast noch verderblicher als unkritische Leichtgläubigkeit. Beide hindern die Schärfe der Untersuchung.“

Drittes Kapitel.

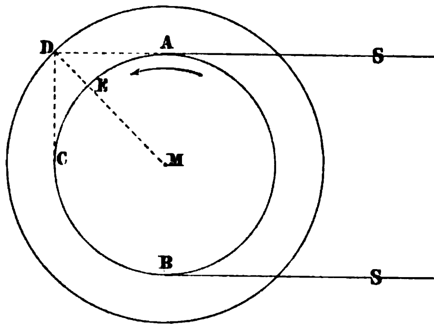
Die Entstehung des Thierkreislichtes.

Ich habe bereits betont, dass es sich beim Thierkreislicht nach meiner Ansicht um eine Dämmerungserscheinung handelt, freilich, wie man sehen wird, um eine durch mannigfache Einflüsse modificirte. Ich muss daher zunächst das Wesen der

Dämmerung selbst auseinandersetzen, zumal sich daran eine Methode zur Berechnung der Höhe der Atmosphäre schliesst, von welcher ich später Gebrauch machen werde.

Stelle der ausgezogene Kreis *(Figur 41)* einen Parallelkreis auf der Erde dar, der Einfachheit halber den Aequator, so dass die Rotation von West nach Ost, von rechts nach links um eine auf der Zeichenebene senkrechte Axe geschieht. Die von *S* kommenden Sonnenstrahlen tangiren die Erde in *A* und *B*, so dass die der Sonne zugekehrte Seite erleuchtet, die abgekehrte in Nacht versunken ist. Wie man sieht, tritt der Punkt *B* soeben aus dem Dunkel in das Licht, er hat Morgen, während der Punkt *A* gerade aus der Helle in die Dunkelheit übergeht, für ihn die Sonne also gerade untergeht. Aber die über *A* hinstreichenden Sonnenstrahlen gehen nicht sofort an den leeren Raum über, sondern treffen und erleuchten die Atmosphäre. Soweit man die erleuchtete Atmosphäre sehen kann, in der Zeichnung also bis zum Punkte *C*, herrscht, trotzdem die Sonne schon untergegangen ist, nicht völlige Dunkelheit, sondern die erhellten Luftschichten verbreiten eben das sogenannte Dämmerlicht.

Figur 41.



Dabei ist es gleichgültig, ob man, wie bisher üblich, annimmt, dass die Strahlen leuchtend von der Sonne bis zu uns kommen, oder ob man, wie es meine Theorie verlangt, anerkennt, dass die Strahlen erst in der Brechungssphäre der Erdatmosphäre leuchtend geworden sind; nur müsste man im

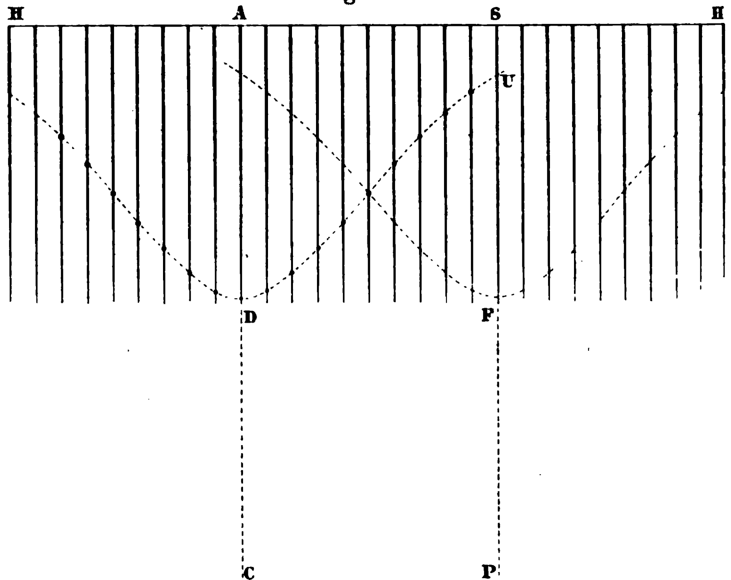
ersteren Falle annehmen, dass auch die durch die obersten Schichten der Atmosphäre streichenden Strahlen zur Lichterscheinung beitragen, was nach meiner Annahme nicht der Fall ist. Es müsste dann eine solche Strahlenfülle im Dämmerlichte sichtbar sein, dass die relative Dunkelheit desselben nur schwer verständlich wäre.

Noch unverständlicher ist bei der bisherigen Annahme die eigenthümliche Form der Erscheinung. Dieselbe ist nämlich eine Pyramide, welche ihren höchsten Punkt im Westen hat, und nach beiden Seiten allmählich abfällt, wie es z. B. die *Tafel I*, ein von mir in Assuan beobachtetes Thierkreislicht, zeigt.

Die Entstehung dieser Lichtpyramide erklärt sich nach meiner Theorie in einer höchst einfachen Weise dadurch, dass man bei directem Sehen in die gegenüberliegenden leuchtenden Strahlen dieselben weiter verfolgen kann, als wenn man schräg gegen sie sieht. Sei z. B. die fast gerade Linie *HAH (Figur 42)* ein Theil des Horizontes des Punktes *C* (die Punkte *A, C, D* sind dieselben wie in *Figur 41)*, so tangiren die Sonnenstrahlen die Erdfläche, also die Ebene des Papiers, in der Linie *HAH*, an welche sie von unten herankommen, um dann in schräger Richtung aufwärts weiter zu gehen. In der Figur habe ich die Strahlen natürlich in der Ebene des Papiers zeichnen müssen; doch ist die Sache so zu denken, dass sie sich schon von der Linie *HAH* an in die Höhe erheben. Der bei *A* tangirende Strahl kommt bis zur Grenze der Atmosphäre in *D*, und die ihm benachbarten Strahlen steigen bis fast zur selben Höhe auf. Da man in *C* nun dem Punkte *A* direct gegenübersteht, kann man den Strahl *AD* in seiner ganzen Ausdehnung bis zum Punkte *D* verfolgen; in die anderen Strahlen sieht man dagegen schräg hinein; des-

wegen sind sie in ihren obersten, lichtschwächsten Theilen nicht mehr sichtbar, und zwar um so weniger, je schräger sie erblickt werden. Dann kann aber nur ein nach beiden Seiten abfallender Lichtschimmer, also eine Lichtpyramide, wahrgenommen werden, wie es auch thatsächlich geschieht. In Wirk-

Figur 42.

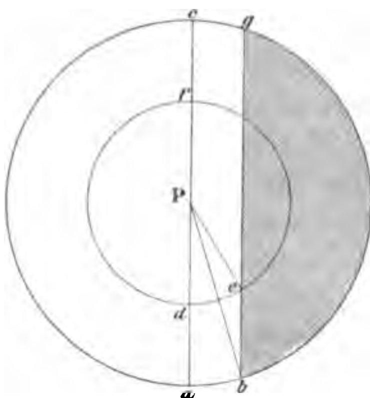


lichkeit steht keine Lichtpyramide am Himmel, sondern das Pyramidenförmige der Erscheinung ist subjectiv. Ein rechts von *C*, etwa in *P* stehender Beobachter wird den Strahl *SF*, welcher von *C* aus nur bis *U* zu erblicken ist, in seiner ganzen Ausdehnung bis *F* sehen, so dass er eine durch die punktirte Linie angedeutete Pyramide mit der Spitze in *F* erblickt, in Wahrheit also eine andere, als in *C* sichtbar ist.

Die *Figur 41* anlangend, bemerke ich noch, dass man aus der Grösse des Bogens *AC* und des Erdradius *AM* die

Grösse von MD, also auch die von DE, das ist die Höhe der Atmosphäre, leicht nach festen mathematischen Regeln berechnen kann. Nach meiner Zeichnung ist DE im Verhältniss zum Radius ME viel zu gross gewählt, so dass auch der Bogen AC viel zu gross ausgefallen ist. Im Allgemeinen wird er zu 18 Grad angegeben, woraus für DE eine Höhe von etwa 80 Km. folgt. Es würde dies, da die Erde sich in einer Stunde um 15 Grad dreht, einer Dämmerungsdauer von einer Stunde und zwölf Minuten entsprechen. Die Zahlen, welche ich selbst bei verschiedenen Versuchen erhalten habe, werde ich weiter unten angeben. Doch will ich gleich betonen, dass die Berechnung nicht eine ganz so einfache ist, als es nach der angegebenen Zeichnung scheinen möchte, weil man ja nicht gerade auf dem Aequator beobachten kann.

Figur 43.



Stelle wieder der Kreis *abca* (*Figur 43*) den Aequator vor, während der Punkt P die zum Punkt verkürzte Axe der Erde bezeichnet, so trennt der zur geraden Linie verkürzte Meridian cPa die von der Sonne erleuchtete von der dunklen Erdhälfte. Ist ab der Dämmerungsbogen, so ist klar, dass der zum Meridian aPc parallele Kreis beg die Zone auf der Erde, welche noch Dämmerung hat, den Dämmerungsgürtel, abgrenzt. Auf irgend einem Breitenkreise def herrscht nun so lange Dämmerung, als der Punkt d braucht, um sich bis e hin zu bewegen, und man sieht sofort, dass dies längere Zeit erfordert, als für den Punkt a nothwendig ist, nach b zu ge-

langen, da ja der Winkel *dPe* grösser ist als der Winkel *aPb;* ja, in sehr hohen Breiten ist die Dauer der Dämmerung, wie die Figur sofort zeigt, volle zwölf Stunden, so dass die Abend- und Morgendämmerung in einander übergehen, ohne dass völlige Dunkelheit eintritt. In der Zeichnung ist, wie man sieht, vorausgesetzt, dass die Beleuchtungsgrenze durch den Pol *P* geht, die Sonne also über dem Aequator senkrecht steht; es treffen also die geschilderten Verhältnisse zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche zu, während sie für andere Zeiten etwas modificirt werden müssen.

Bei der gegebenen Darlegung ist bisher vorausgesetzt worden, dass die Atmosphäre die ganze Erde in gleicher Höhe umgiebt, speciell, dass sie sich über dem betrachteten Parallelkreis überall gleich hoch erstreckt. Es leuchtet sofort ein, dass, wenn dies nicht der Fall ist, wenn die Atmosphäre etwa die in *Figur 45* oder *Figur 46* gezeichnete Gestalt hätte, die Erscheinung in dem einen Falle verlängert, in dem anderen verkürzt wird.

Es fragt sich also zunächst, ob denn die Atmosphäre thatsächlich die ganze Erde in gleichmässiger Höhe umgiebt?

Nun kann es gar keinem Zweifel unterliegen, dass der über unserer Erde hin und her wogende Luftocean, gerade wie das Wasser auf der Erdoberfläche, der Anziehung des Mondes unterliegt, so dass wir genöthigt sind, die Existenz von Fluth- und Gegenfluthwellen auch innerhalb des Luftmeeres vorauszusetzen. Die strenge Wissenschaft ruft nach Beweisen, aber sie leugnet doch den Einfluss des Mondes auf unsere Atmosphäre nur deshalb, weil unsere Barometer keine Spur der Erhöhung der Luftschicht anzeigten, soviel sich auch gewissenhafte Beobachter mit der peinlichsten Sorgfalt jahrelang bemühten, die in Rede stehende Erhöhung nachzuweisen.

Unser Landsmann, Herr Dr. *Dankwortt,* hat die unendliche Mühe und Arbeit nicht gescheut, alles darüber Veröffentlichte in einem umfangreichen Artikel zusammenzustellen.* Wir werden dadurch belehrt, dass es bisher keinem Forscher geglückt ist, mit gewissenhafter Genauigkeit eine Erhöhung der Atmosphäre nachzuweisen. Viele wollen eine solche bis zu einem halben Millimeter, sogar bis einen Millimeter der Quecksilbersäule gefunden haben. Wie man jedoch bei den bekannten Schwankungen des Barometers diesen einen Millimeter auf Rechnung der Anwesenheit einer Fluthwelle hat setzen können, ist mir unerfindlich.

Ich hoffe auf Grund eigener Beobachtungen zu ganz anderen Folgerungen zu gelangen. Ist doch Herr Dr. *Dankwortt* selber zu dem Schlusse gedrängt worden, dass das Endergebniss sämmtlicher von ihm verzeichneter Beobachtungen gleich Null ist und, offen eingestanden, dass sie überhaupt keinen wissenschaftlichen Werth besitzen.

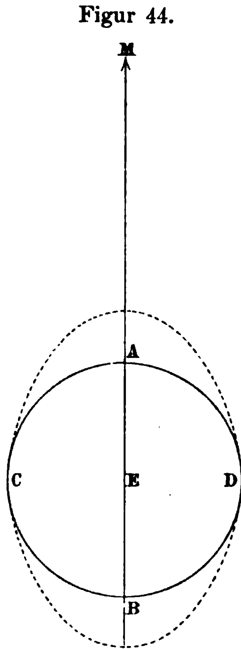
Die vom Monde angezogenen Fluthwellen entziehen sich vollständig der Messung. Nicht besser kann diese allerdings zunächst auffallende Erscheinung als durch ein Analogon nachgewiesen werden, das jedem Physiker bekannt ist. Man belaste eine Waage mit Eisen und stelle ihr Gewicht fest. Man hänge dann an einem Bock einen starken elektrischen Magnet auf und lasse einen elektrischen Strom durch die den Magnet umgebenden spiralförmigen Drähte streichen. Die nächste Folge wird sein, dass der Magnet seine anziehende Kraft auf die auf der Waage ruhende Eisenmasse äussert und dadurch ihr Gewicht um einen seiner Kraft entsprechenden Theil ver-

---

* *Albert Dankwortt:* Ueber die vom Monde verursachte atmosphärische Ebbe und Fluth. Leipzig 1891.

mindert. Man setze in unserem Falle an Stelle des Magnets den Mond ein, an Stelle des Eisens das Luftmeer, und man wird begreifen, dass eine exacte Messung der Schwere desselben zu einer Unmöglichkeit wird. Dass aber Ebbe und Fluth in demselben vorhanden sein müssen, wird vollkommen deutlich, wenn man sich über die Entstehung von Ebbe und Fluth im Meere Rechenschaft giebt.

Figur 44.



Stelle in *Figur 44* *E* den Erdmittelpunkt, *M* den Mond dar, so werden die bei *A* gelegenen Theile stärker, die bei *B* gelegenen schwächer von *M* angezogen, als die bei *E, D* und *C* gelegenen. Daraus folgt sowohl bei *A* als bei *B* eine geringere Anziehung nach *E* hin, als sie bei *C* und *D* stattfindet, so dass eine Masse, welche nicht starr ist, sondern diesen Einflüssen folgen kann, die punktirt gezeichnete Form annehmen müsste. Als solche Theile betrachtet man die flüssigen, und in noch höherem Grade gilt dies natürlich von der die ganze Erde umgebenden Luft. Da die Erde sich dreht, so wird, während der Punkt *A* einmal auf dem gezeichneten Kreise herum kommt, die Erhöhung der beweglichen Theile aber immer dem Monde zugekehrt bleibt, *A* zweimal an Punkte der Erhöhung, zweimal an solche der Vertiefung kommen, d. h. es wird bei *A* innerhalb 24 Stunden zweimal Fluth und zweimal Ebbe eintreten. Allerdings ist der Mond, während die Erde sich einmal herumgedreht hat, selbst weiter fortgeschritten, so dass der zweimalige Wechsel von Ebbe und Fluth nicht

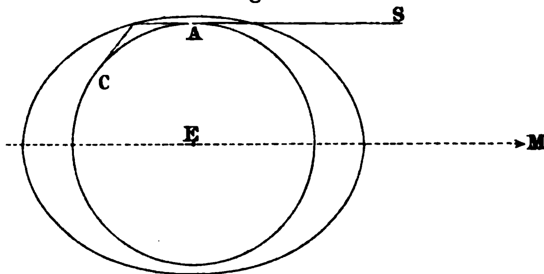
in genau 24 Stunden eintritt, sondern fast eine Stunde länger erfordert.

Die eben gegebene Erklärung der Ebbe und Fluth, welche man in jedem Lehrbuch der Physik und der Astronomie finden kann, setzt, wie immer hervorgehoben wird, voraus, dass das leicht bewegliche Wasser die Erdoberfläche in seiner ganzen Ausdehnung bedeckt. Da diese Voraussetzung keineswegs zutrifft, so sind auch im Einzelnen mannigfache lokale Abweichungen von dem allgemeinen Gange der Erscheinung zu beobachten. Aber bei der Atmosphäre trifft die Voraussetzung vollständig zu, und deshalb kann es keinem Zweifel unterliegen, dass in einer vollkommenen Regelmässigkeit über jeden Ort eine atmosphärische Fluthwelle hinschreiten muss. Wie beim Wasser, muss auch bei der Atmosphäre noch eine zweite geringere Fluthwelle durch den Einfluss der Sonne hervorgebracht werden. Wenn Sonne und Mond ihren Einfluss addiren, d. h. wenn sie in gerader Linie mit der Erde stehen, also zur Zeit des Neu- und des Vollmondes, muss auch, wie beim Wasser, eine atmosphärische Springfluth eintreten, während eine geringere, eine Nippfluth herrschen muss, wenn Sonne und Mond im rechten Winkel zur Erde stehen, so dass die von der Sonne veranlasste Ebbe mit der von der Mondanziehung herrührenden Fluth zusammenfällt.

Ist also das Vorhandensein einer atmosphärischen Ebbe und Fluth ganz unzweifelhaft, so fragt es sich, wie man dieselbe nachweisen und wie man die Höhe der Fluthwellen bestimmen kann? Dass das Barometer ein hierzu ungeeignetes Instrument ist, haben wir schon gesehen. Auf welche Weise kann das Ziel nun dennoch erreicht werden? Offenbar muss dieselbe Methode, welche zur Bestimmung der Höhe der Atmosphäre überhaupt dient, auch ihre Fluthwellen erkennen lassen,

wenn man methodisch die Messungen fortsetzt, mit anderen Worten: die Dämmerungsdauer muss zur Zeit der Fluth eine grössere als zur Zeit der Ebbe sein. Man hat also nur nöthig, sich über diejenigen Zeiten klar zu werden, zu welchen bei Sonnenuntergang und -aufgang Fluth resp. Ebbe in der Atmosphäre herrscht, und zu diesen Zeiten die Höhe der Atmosphäre zu bestimmen, um die unwiderleglichen Beweise von der Existenz der Ebbe und Fluth zu erhalten. Indem dann die Beobachtung zeigt, dass zu den Zeiten der atmosphärischen Fluth stets auch glänzende Thierkreislichter am Himmel erscheinen, drängt sich ganz zwingend die Überzeugung auf, dass dieselben nur verlängerte Dämmerungserscheinungen sind, also eine ganz einfache und natürliche Erklärung finden, ohne dass man zu fabelhaften Nebelringen oder zu der Ungeheuerlichkeit eines von der Erde nachgeschleppten Schweifes zu greifen braucht.

Figur 45.

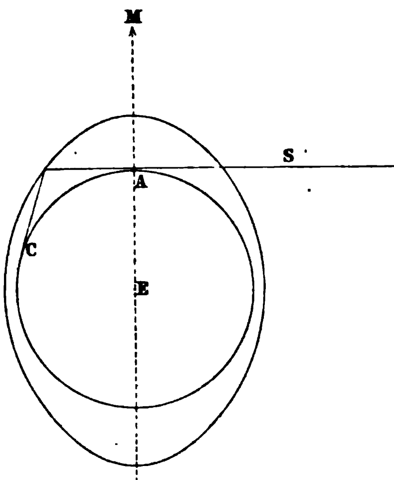


Wir wollen also zunächst eine einfache Ueberlegung anstellen, um uns über die Erscheinungs- und Beobachtungszeit der atmosphärischen Fluth und der Thierkreislichter klar zu werden. Die Erscheinungen und ihre Berechnung compliciren sich ungemein, wenn man auf den Breitengrad und die zu ihm geneigte Stellung der Sonne und des Mondes Rücksicht nimmt. Da es mir in diesem Buche nur auf die principielle Darlegung der Verhältnisse ankommt, so mache ich die vereinfachende Voraussetzung, dass wir uns auf dem Aequator befinden, und

Sonne und Mond senkrecht über ihm, also in der Aequatorialebene, stehen.

Betrachten wir zuerst die Zeit des Neumondes, also der atmosphärischen Springfluth. Die Sonnenstrahlen kommen aus derselben Richtung, in welcher der Mond steht, und durchdringen die Atmosphäre an den Stellen, wo sie die geringste Höhe hat. Ein einziger Blick auf die *Figur 45* zeigt, dass die Fluthwelle über die Orte fortgeht, welche Mittag und Mitternacht haben, so dass nur eine kurz dauernde und nicht allzu intensive Dämmerung entsteht, und daher von der Erscheinung eines Thierkreislichtes keine Rede sein kann.

Figur 46.



Ebenso liegen die Verhältnisse, wenn der Mond auf der entgegengesetzten Seite der Erde steht als die Sonne, also zur Zeit des Vollmondes. Betrachten wir dagegen die Zeit des halbvollen Mondes, wenn also Mond, Erde, Sonne im rechten Winkel zu einander stehen, so sehen wir, dass die atmosphärische Fluthwelle die Orte der Erde gerade zur Abend- und Morgenzeit trifft.

Die *Figur 46* zeigt sofort, dass wir zu solchen Zeiten eine längere und hellere Dämmerung zu erwarten, also auf die Erscheinung prächtiger Zodiakallichter zu rechnen haben. Es ist dabei gleichgültig, ob der Mond so, wie gezeichnet, also im ersten Viertel, oder gerade gegenüber im letzten Viertel

steht. In beiden Fällen wird die Dämmerungserscheinung dieselbe sein; nur steht im gezeichneten Falle des ersten Viertels der Mond bei Sonnenuntergang schon hoch am Himmel, so dass sein Glanz die Erscheinung stört, und das Thierkreislicht besser bei der Morgendämmerung zu erwarten ist, während umgekehrt im letzten Viertel der Mond des Morgens sichtbar ist, und das Zodiakallicht daher Abends besser beobachtet werden kann.

Die Beobachtungen, welche ich anstellte, um das eben entwickelte Resultat an der Erfahrung zu prüfen, sind in Kairo, also unter dem 30. Grade nördlicher Breite, angestellt worden. Trotzdem gebe ich die Rechnung genau so, wie sie in dem Vorstehenden für den Aequator entwickelt ist, weil es hier ja nur darauf ankommt, zu erkennen, ob wirklich Ebbe und Fluth in der Atmosphäre vorhanden sind, und ob die Zodiakallichter zur Zeit der Mondquadraturen auftreten, während genaue Zahlen aus so geringen Beobachtungen gar nicht erhalten werden können. Nur fortgesetzte tägliche Beobachtungen an den verschiedensten Orten der Erde und in den verschiedensten Jahreszeiten werden das erforderliche Material zur Berechnung exacter Zahlen zu liefern im Stande sein. Soweit die Schärfe der Beobachtungsgrenze es zulässt, können Sternwarten im Süden (etwa bis Florenz) diese von mir angedeutete Aufgabe lösen.

Als ein wesentliches Erforderniss für die ziffernmässige Bestimmung muss zuerst die Feststellung des Zeitraumes, welcher vom Sonnenuntergange an bis zum Verschwinden der letzten Strahlen der beleuchteten Atmosphäre zur Zeit des Neu- und Vollmondes verflossen ist, bezeichnet werden. Ein gleiches Verfahren findet auch auf die Thierkreislichter seine Anwendung.

Für die mathematische Construction, welche der eigentlichen Berechnung die nothwendigen Daten liefert, sind damit die beiden Hauptmomente: der Anfangspunkt und der Endpunkt des verschwindenden Lichtes, gegeben. Es handelt sich nunmehr darum, dieselben den dimensionalen Verhältnissen unserer Erde anzupassen. Ich selber verfuhr dabei in der folgenden Weise.

Auf einen sechs Meter langen Streifen von Maschinenpapier liess ich einen Theil des Kreisbogens der Erde aufzeichnen, der genau die Länge von zwei Stunden, mit anderen Worten ein Zwölftel des Erdumfanges, darstellte, und zwar in der Proportion von 1:595614. Das Verhältniss der Dimensionen war dabei das nachstehend angegebene.

Da der Erdradius einer Länge von 860 Meilen oder 6450 Kilometern entspricht, so beträgt der Erdumfang 40530 Kilometer. Durch eine Division mit dem Divisor 24, der Stundenzahl des vollen Tages, ergiebt sich für eine Stunde die ziffernmässig festgestellte Ausdehnung von 1688,75 Kilometern.

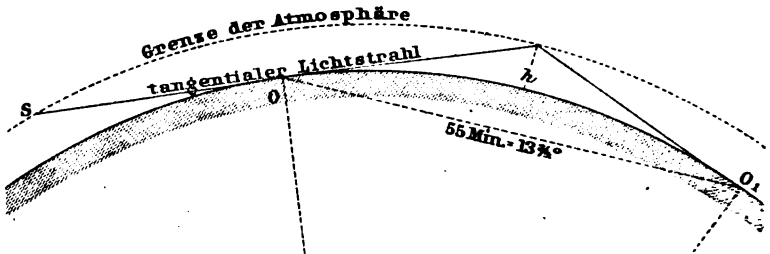
Die umstehenden *Figuren 47* und *48* bieten dem Auge die verkleinerte Zeichnung meines ursprünglichen Entwurfes dar.

Nach dem angegebenen Maassstabe theilte ich die Bogenausdehnung von zwei Stunden oder einem Zwölftel des Erdumfanges in 120 gleiche Theile, also eine jede der beiden Stunden in 60 Minuten. An den Theilpunkten zwischen je 10 Minuten zog ich Tangenten an den Kreisbogen, und damit war ich genügend vorbereitet, die Ergebnisse meiner berechnenden Beobachtungen gehörigen Ortes einzutragen. Um die niedrigste Höhe der Atmosphäre zu bestimmen, bieten, wie ich entwickelt habe, die Tage, an welchen der Neumond oder der

Vollmond am Himmel leuchtet, die einzige und daher günstigste Gelegenheit dar.

An einem solchen Tage bestieg ich daher das flache Dach meines Hotels in Kairo, um von diesem freien Standpunkte aus den Verlauf des Sonnenunterganges, mit der Uhr in der Hand, zu verfolgen. Der Zeitunterschied zwischen den beiden Hauptmomenten, dem Untergange der Sonne. und dem Verschwinden der letzten Scheine der erleuchteten Atmosphäre, betrug im Ganzen etwa 55 Minuten. Es war natürlich, dass

Figur 47.

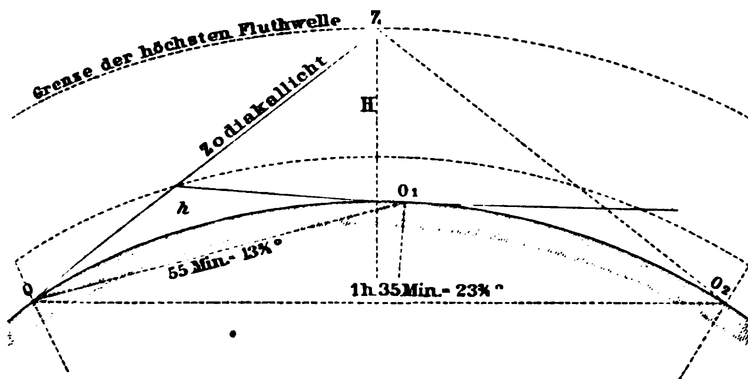


ich bei meiner Beobachtung keine Rücksicht auf die Brechung der Lichtstrahlen nahm, weil es mir ja nur auf ungefähre, nicht auf genaue Zahlenangaben ankam.

Auf meiner vorbereiteten Zeichnung mit dem aufgetragenen Kreisbogen und seiner Eintheilung in 120 Minuten zog ich an dem Punkte, welcher die Minute 55 markirte, eine Tangente, und eine zweite an dem Punkte des Beobachters, dem Nullpunkte, verlängerte beide bis zu ihrem Durchschnittspunkte und fällte von diesem aus einen Perpendikel in der Richtung des Erdradius an dieser Stelle. Die Längenausdehnung dieser Senkrechten, nach proportionalem Verhältniss berechnet, ergab, so genau als es nach dieser Methode festzustellen möglich war, eine Höhe von etwa 47,14 Kilometern.

Es kam mir darauf an, mit Hülfe derselben Vorbereitung und nach gleichem Verfahren die höchste Höhe der vom Monde emporgezogenen Fluthwellen mit annähernder Wahrscheinlichkeit der Rechnung zu unterziehen. Die Messung musste zu solcher Zeit ausgeführt werden, in welcher der Mond im ersten Viertel stand, also sieben Tage nach dem eingetretenen Neumonde, mit anderen Worten, wenn der Mond in seiner höchsten Höhe, fast im Zenith stand, während die

Figur 48.



Sonne unterging. An einem solchen Tage erleuchten die den Erdkörper tangirenden Sonnenstrahlen die ganze Höhe der Fluthwelle.

An dem in Rede stehenden Mondtage, am Sonntage den 5. Februar 1891, führte ich auf dem Dache des Hotels in Kairo meine Beobachtungen wiederum in der beschriebenen Weise aus. Ich nahm Gelegenheit, zuerst die zwischen dem Untergange der Sonne und dem Verschwinden des letzten Lichtscheines verflossene Zeit nach der Uhr festzustellen und demnächst das gleiche Verfahren auf das Zodiakallicht anzuwenden, das zehn Minuten nach Sonnenuntergang am west-

lichen Himmel seine matt schimmernde Pyramide aufgebaut hatte. Vom letzten Strahl der untergegangenen Sonne an bis zum vollen Verschwinden des letzten Lichtscheines seines Scheitels und dem Eintreten der Nacht waren 1 Stunde und 35 Minuten oder im Ganzen 95 Minuten vergangen.

Aus der Messung und Berechnung nach der von mir angewendeten und beschriebenen Methode ergab sich für die Erhebung der höchsten Fluthwelle die Zahl von etwa 142 Kilometern, zum klaren Beweise, dass der Mond die allerdings an der obersten Grenze sehr dünne Luftschicht nach dieser Berechnung um volle 100 Kilometer, über das Doppelte der normalen Höhe, hinaufgezogen haben musste.

Ich wiederhole, dass diese Messungen und die daraus resultirenden Zahlengrössen nur den relativen Werth approximativer Bestimmungen besitzen. Genauere Messungen zur zeitlichen Begrenzung des letzten scheidenden Lichtstrahles und wiederholte Beobachtungen an verschiedenen Punkten unserer Erdoberfläche werden aller Wahrscheinlichkeit nach zu Correcturen meiner Angaben führen, aber niemals den Thatbestand verwischen oder verändern können, dass nämlich in unserer Atmosphäre Fluthwellen vorhanden sind, deren emporsteigende Bewegung nur der Anziehung des Mondes zugeschrieben werden kann.

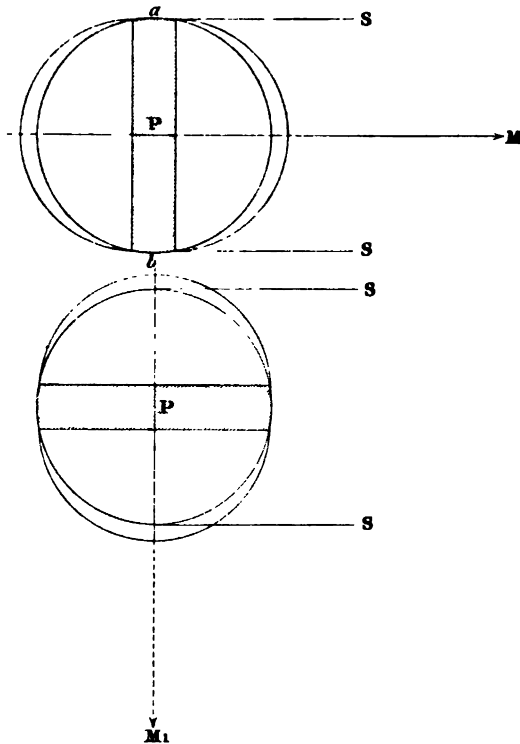
Wir können uns die Wirkungen der Fluthwellen des Mondes nicht deutlicher vorstellen, als wenn wir den Zwischenraum zwischen Fluth- und Gegenfluthwelle auf den Globus auftragen.

An der Stelle dieses Zwischenraumes hat die Atmosphäre die Höhe, wie sie mit Hülfe des Barometerstandes angezeigt wird. Der ganze übrige Theil der Erdoberfläche, welche von den Fluthwellen bedeckt ist, besitzt eine höhere Atmosphäre, die nach den Grenzen der Wellen zu abnimmt und unmittel-

bar unter der Wirkung des Mondes die höchste Elevation erkennen lassen muss.

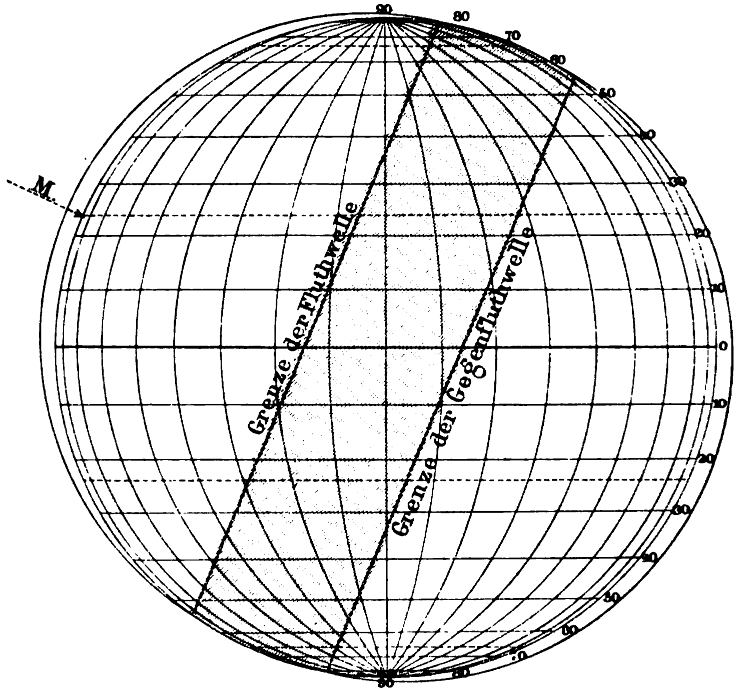
Die ersten Spuren einer beginnenden Wirkung der Wellen müssen sich etwa nach den ersten vierundzwanzig Stunden nach Neu- oder Vollmond zeigen. Bedeutet der ausgezogene Kreis in *Figur 49* den Aequtor, P den Pol der Erde, und zieht man senkrecht zum Aequator den Meridian aPb, dessen Ebene auch senkrecht zur Linie MP steht, so wird man die Grenze der Fluth- und Gegenfluthwelle durch die punktirten, zu aPb parallelen Kreise erhalten, welche auf der Erde den Gürtel begrenzen, auf dem sich die Fluthwelle nicht bemerkbar machen kann. Hat die Erde nach 24 Stunden wieder dieselbe Stellung, so ist der Mond auf seiner Bahn bereits vorgeschritten, so dass auch dieser Gürtel seine Stellung bereits geändert hat. Nach sieben Tagen ist der Mond von M bis M_1 gekommen, so dass der betreffende Gürtel sich bereits um 90 Grad gedreht haben muss.

Figur 49.



Man sieht, dass um den Pol P herum eine Zone bleibt, welche beständig atmosphärische Ebbe hat, in welcher also ein Thierkreislicht gar nicht zur Beobachtung kommen kann.

Figur 50.



Freilich ist das nicht ganz richtig, sondern die Zeichnung stellt die Verhältnisse nur dar unter der Voraussetzung, dass der Mond senkrecht über dem Aequator steht. Ist das nicht der Fall, steht er z. B. senkrecht über dem nördlichen Wendekreise, so zeigt *Figur 50* die betreffenden Verhältnisse. Hier soll der Kreisumfang die Projection der Erdoberfläche darstellen; die schwach punktirten Linien sind die Wendekreise.

Man sieht, dass an Stelle des Aequators der grösste Kreis zu nehmen ist, welcher zwischen den beiden Wendekreisen verläuft: auf diesem ist senkrecht ein grösster Kreis als mathematische Scheide der Fluth- und Gegenfluthwelle zu ziehen, während die praktische Grenze der beiden wiederum etwas auseinanderfällt, wie durch die stark punktirten, dem erwähnten Kreise parallelen Linien angedeutet ist. Man sieht, dass die Pole hier in die Grenzen der Fluthwellen hineinfallen, so dass also auch bei ihnen die Erscheinung zu den Zeiten der Mondquadraturen, wenn auch weniger glänzend, sichtbar werden kann, während ihr grösster Glanz auf dem nördlichen und südlichen Wendekreis zu erwarten ist.

Da der Mond sich nie beträchtlich über die Wendekreise erhebt, so leuchtet aus der gegebenen Zeichnung zugleich ein, warum das Thierkreislicht im Wesentlichen ein Schmuck der Tropennächte bleibt, in nördlichen Breiten dagegen viel seltener und weniger glänzend zu beobachten ist.

In dem bisher Gesagten habe ich über das Zodiakallicht gesprochen, wie es mir auf meiner Studienreise nach Aegypten erschienen ist, wie ich es gesehen und beobachtet habe, und wie es schon fünftausend Jahre vor mir von den Priestern der alten Bewohner dieses originellen Landes beobachtet und aufgezeichnet worden ist, die es bereits, trotzdem sie die tiefe astronomische Gelehrsamkeit unserer Zeit nicht besassen, mit dem Monde und der Sonne in Zusammenhang brachten. Zum Glück hatten diese aufgeklärten Lehrer eines sinnigen Götterglaubens auf Stein und in Papyrusrollen ihre tiefe Wissenschaft niedergelegt, so dass ich dadurch die Gelegenheit erhielt, ihre Ansicht bei Entwickelung meiner Theorie zu kräftiger Beweisführung zu benutzen, indem auch sie das Zodiakallicht lediglich als eine Dämmerungserscheinung auffassten. Sie stell-

ten es als den Hauptschmuck ihres grössten Gottes dar, welcher alle Morgen mit wenigen Ausnahmen, die ihnen wohl bekannt waren, mit diesem Schmuck erschien und alle Abend denselben seinen Priestern übergab, die ihn in einen dunklen Schrein, welcher mit funkelnden Steinen geschmückt war, verschlossen. Dieser Schrein mit funkelnden Steinen war die Nacht mit den glänzenden Sternen.

Als die Pharaonen ihr Reich verloren, Barbaren die Herrschaft übernahmen, und die Priester ihren Einfluss einbüssten, ging diese natürliche Anschauung verloren, und bis in die neuere Zeit kümmerte sich überhaupt kein Mensch um diese herrliche Erscheinung, und erst in dieser wurden die Gelehrten wieder aufmerksam und ersannen nun zur Erklärung des Dämmerungslichtes die merkwürdigsten Hypothesen. Es werden ja häufig von den Gelehrten in den künstlichsten Combinationen die Gründe zur Erklärung von einfachen Erscheinungen gesucht, und erst, wenn man bis an die Grenzen des Vernünftigen gekommen ist, und die Herren nicht mehr ein und aus wissen, dann bringt sie oft der Gedanke eines Laien auf die einfachsten verloren gegangenen Grundlagen zurück.

Wie gesagt, ich habe das Dämmerungslicht beschrieben, wie ich es in Aegypten erblickte; aber ich bin der Meinung, dass auf die Form seiner Erscheinung, da es ja im wesentlichen durch unsere Atmosphäre veranlasst ist, auch die Beschaffenheit derselben, sowie die Oertlichkeit der Beobachtungsstation einen grossen Einfluss haben muss. In dem von Wüsten begrenzten Nilthal des Aegypterlandes sind die unteren Luftschichten durch Staub und Dünste sehr verunreinigt; die fremden Bestandtheile geben der Luft einen grösseren körperlichen Inhalt, so dass das Dämmerungslicht am Fusse der Lichtpyramiden sehr breit ausgedehnt ist. Indem es zugleich weit

in die Höhe ragt, zeigt es in vergrösserter Gestalt deutlich die Form der Steinpyramiden. So wie es heute am Abend- und Morgenhimmel prangt, schmückte es auch vor Tausenden von Jahren denselben, und es kann nicht bezweifelt werden, dass es durch die göttliche Erhabenheit seines Anblicks den alten Pharaonen das Modell zu dem gigantischen Bau ihres letzten Wohnhauses gegeben hat. Wie das Dämmerungslicht selbst ihren Seelen als Aufstieg, als Leiter in das Reich des Lichtes diente, so sollten die Grabdenkmäler als bergende, schützende Hülle der balsamirten Körper die gleiche Form, die der Pyramide, haben.

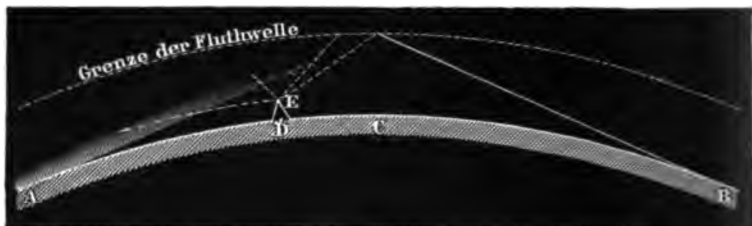
Es wird interessant sein, an dieser Stelle, wo von dem Aufstieg der Seelen der Pharaonen auf den Stufen des Lichtkegels die Rede ist, auf den in der Bibel erzählten Traum Jakobs aufmerksam zu machen, der, den Mythus der alten Aegypter kennend, die Engel Gottes auf demselben Wege auf- und absteigend gewahrte, und nur die Unkenntniss des Uebersetzers, der das Wort Aufstieg mit Leiter übersetzte, entstellte das schöne Traumbild.

Noch eines möchte ich erwähnen, wie eine sinnige Figur aus dem ägyptischen Glauben umgestaltet in den jüdischen und von diesem in den christlichen übergangen ist. Die Pyramide war der Schmuck des gewaltigsten der ägyptischen Götter, ihr wurde grosse Verehrung zu Theil, und in Gosen war der grösste Tempel diesem Kultus gebaut. Auch diesen Kultus mit dem Abzeichen der Sonne, dem rechten Auge, dem Zeichen der Allwissenheit, hatten die Juden in ihrer langen Anwesenheit in dem Lande Gosen kennen gelernt, und da sie auch ein sinnbildliches Zeichen für ihren Jehovah haben wollten, so nahmen sie eine Pyramide, setzten das rechte Auge hinein und umgaben das ganze Zeichen mit einem Strahlen-

kranze. Aus der jüdischen Religion ging es in den christlichen Glauben über, und theils ein Auge, theils die vier Buchstaben INRI füllten den Raum des flachen Dreiecks und schmücken manchen alten Altar.

Auf dem weiten Ocean, wo der Ausblick ein weiterer, der Horizont nicht durch hohes Land zu eng begrenzter ist, wird das Zodiakallicht in anderer Form erscheinen. Die Basis der Pyramide ist hier nicht so breit, die Luft ist klarer, und daher muss die Pyramide höher und spitzer erscheinen. Auch

Figur 51.



der *Gegenschein* wird hier bisweilen zu beobachten sein. Der Entstehung desselben, welchen ich in Aegypten niemals erblickte, will ich noch ein paar besondere Worte widmen.

Wenn die Sonnenstrahlen in der angedeuteten Richtung kommen *(Figur 51)*, so werden im Momente der Zeichnung alle zwischen *A* und *B* gelegenen Punkte die Erscheinung sehen können. Während aber bei *A* die Sonne eben erst unter den Horizont hinabsinkt, das Zodiakallicht also gerade heraufzukommen beginnt, sinkt es bei *B* soeben selbst schon unter den Horizont hinab. Es ist klar, dass alle Punkte zwischen *C* und *B* das Licht nur im Osten erblicken können, während man zwischen *A* und *C* den Lichtschimmer auch nach Westen zu wird wahrnehmen können. Freilich ist derselbe ein so

zarter, dass für gewöhnlich dieser Gegenschein völlig verschwindet. Beobachtet man z. B. im Punkte *D,* so wird man den zarten Schimmer im Zenith und nach Westen zu kaum wahrnehmen können, sondern nur die nach Westen zu gelegenen tiefsten und hellsten Theile der Strahlen erblicken. Erhebt man sich aber über den Erdboden und kommt den leuchtenden Strahlen näher, wie im Punkte *E,* so müssen sie deutlicher sichtbar werden, das Auge muss sie weiterhin verfolgen können. Daher wird auf den Hochebenen der Anden in Südamerika, wo sich der Beobachter bei 3500 Metern Höhe so recht eigentlich in der Mitte der Lichtdämmerung befindet, auch die eigentliche Spitze des Zodiakallichtes als Gegenschein im Osten sichtbar werden, und selbst der Theil der Lichtpyramide, welcher gerade über dem Scheitel des Beobachters steht, wird bisweilen als zarter Lichtstreifen am Himmel den Schein und Gegenschein verbinden.

Ich wiederhole daher, was ich an einzelnen Stellen meines Buches als dringenden Wunsch ganz allgemein ausgesprochen habe und für die vorliegenden Fälle im besonderen empfehlen möchte, dass an günstig gelegenen Punkten wie *Caracas* oder der sogenannten Boyden-Station, etwa zwei Meilen südlich von Arequiba, auf einer Höhe von 2475 Metern über dem Meeresspiegel, täglich Vermerkungen über das Auftreten und das Verschwinden der Zodiakallichter verzeichnet werden möchten. Sie würden das werthvollste Material zu genaueren Schlüssen über die Höhen der atmosphärischen Fluthwellen, von ihrem Beginn an bis zu ihrer Maximal-Erhebung und ihrem Verschwinden hin, der wissenschaftlichen Forschung darbieten und damit auch nach dieser Richtung hin neue entscheidende Beiträge von beweisender Kraft für die Richtigkeit meiner Anschauungen liefern.

Zum Schluss will ich noch ein paar Worte darüber sagen, wie die Erscheinung sich modificiren muss, wenn man die vereinfachende Voraussetzung, von der ich stets ausgegangen bin, nämlich, dass Sonne und Mond senkrecht über dem Aequator stehen, fallen lässt und auf die wirkliche Stellung dieser Gestirne Rücksicht nimmt. Damit erledigt sich auch ein Einwurf, welcher gegen meine Theorie und meine Beobachtungen erhoben worden ist. Man hat nämlich gesagt: „Die Erscheinung, welche du gesehen und beschrieben hast, ist gar kein Zodiakallicht; denn dasselbe bildet keine gerade, sondern eine ganz schräg zum Horizont stehende Pyramide.“

Man vergegenwärtige sich die Bedingungen, unter welchen das Thierkreislicht entsteht:

Die vom Mond emporgezogenen Fluthwellen der irdischen Atmosphäre werden von den Strahlen der unter- oder aufgehenden Sonne erleuchtet.

Daraus geht hervor, dass die Erscheinung in der Ebene, welche durch die Mittelpunkte der drei Gestirne, Sonne, Mond und Erde, bestimmt ist, am glanzvollsten verlaufen muss. Bei unserer vereinfachenden Annahme war dies die Aequatorialebene der Erde, in welcher wir auch die Sonne und den Beobachter annahmen, so dass er beide Gestirne, und somit auch die Spitze der Lichtpyramide, in der Verticalebene erblickt. Rückt der Beobachter dagegen nach Norden zu, so muss die Erscheinung sowohl an Glanz verlieren, als auch wegen des perspectivischen Anblicks schräg zum Horizont gerichtet erscheinen. Ebenso wird die Erscheinung vom Aequator aus gesehen den Anblick einer schrägen Pyramide gewähren, wenn Sonne und Mond über anderen Orten der Erde, etwa über den Wendekreisen, senkrecht stehen. Immerhin wird die Abweichung von der Senkrechten in den Aequatorialgegenden nur

eine sehr geringe sein und erst in höheren Breiten bedeutender werden. Das aber geht aus allen Beobachtungen und Ueberlegungen unwiderleglich hervor, dass das Thierkreislicht an die Fluthwellen der Atmosphäre, welche durch die Anziehung des Mondes verursacht werden, unlösbar gebunden ist.

Viertes Kapitel.

Die Stadt Assuan und die Insel Elephantine nach ihrer astronomischen Bedeutung im Alterthume.

Ich versetze den Leser aus der Region der Fluthwellen des Mondes nach der Mittagsgrenze Aegyptens, etwa hundert Meilen südwärts von Kairo entfernt, woselbst ein fast wolkenloser tiefblauer Himmel beinahe das ganze Jahr hindurch sich über eine der reizendsten Landschaften ausspannt. Die Kalk- und Sandstein-Region des schmalen, langgestreckten ägyptischen Nilthales wird hier urplötzlich von einem breiten Granitgürtel durchbrochen, der sich in der Richtung von Osten nach Westen ausdehnt und durch die dunkle Färbung seiner zerklüfteten Felsmassen einen auffallenden Gegensatz zu den fahlbleichen, nur im Abglanz der auf- oder untergehenden Sonne im purpurnen Lichte strahlenden Bergzügen des unteren Landes darbietet.

Ein breites Thor, von natürlichen Granitwänden geschaffen, öffnet sich nach Süden. In schneller Strömung wälzen sich die schäumenden Fluthen des Nils, einen langen Katarakt bildend, durch das von Felsenmassen gebildete eingezwängte Bett. Die aufgewühlten Wasser brechen sich auf der östlichen Seite des Flusses an den Granitgestaden der modernen Stadt Assuan,

während die tosenden Wellen an der westlichen Seite die felsigen Ufer einer Insel gegenüber von Assuan bespülen, dass bei hohem Wasser der schäumende Gischt nicht selten in den landenden Nachen des Schiffers einschlägt. Gruppen von Palmenbuschwerk, zwischen welchen sich die niedrigen Häuser und Hütten der Einwohner, arabischer Ansiedler und dunkelbraunfarbiger nubischer Erbangesessener, auf felsigem Untergrunde erheben, verleihen dem anmuthigen Bilde den Reiz des tropischen Lebens auf afrikanischer Erde. Von einem erhöhten Standpunkte aus begegnet das Auge, in die weite Ferne nach Osten und Westen hin schauend, den gelblich schimmernden Sandflächen der unermesslichen Wüste. Sie zeigen die Gestalt welliger Höhenzüge, die nilwärts zu steilen Felshügeln abfallen, zur Region der Gräber, in welchen vor länger als fünf Jahrtausenden die ehemaligen Bewohner der alten Hauptstadt der Insel die Leiber ihrer Vornehmen in tiefen Schachten bestattet hatten.

Die Hauptstadt hiess, wie die ganze Insel, noch in den Zeiten der Griechen und Römer nach ihrer ältesten ägyptischen Benennung, Elephantine, d. h. die Elephantenstätte. Sie bildete ehemals den Hauptstapelplatz für das werthvolle Elfenbein, das im grauen Alterthum ebenso wohl gekannt und hochgeschätzt ward, als noch in unserer eigenen Gegenwart. Von der einst hochberühmten Stadt und ihren Tempeln sind nur unförmliche Trümmerhügel, verbaute Steine am Quai, in unmittelbarer Nähe des alten Nilometers, und die letzten Reste eines stehenden Tempelthores mit den Titeln und Namen des grossen Alexanders übrig geblieben. Die spärlichen Inschriften in altägyptischen Schriftzeichen, welche vereinzelte Baustücke der ehemaligen Tempelanlagen bedeckten, lassen mit aller Sicherheit der Auffassung die merkwürdige Thatsache erken-

nen, dass bereits in den höchsten Zeiten des ägyptischen Alterthumes die Insel Elephantine bei den damaligen Weisen als ein astronomischer Beobachtungsposten sich eines besonderen Rufes erfreute. Nicht weit vom Wendekreise entfernt und durch einen reinen, klaren, durchsichtigen Himmel ausgezeichnet, ausserdem an der südlichsten Stelle gelegen, an welcher der heilige Strom seinen Einzug in Aegypten hielt, um sofort an der Säule des *Nilmessers* auf seine im Jahreslaufe wechselnden Höhen hin nach Ellen und Zollen gemessen zu werden, hatte das Eiland eine eigene Bedeutung, im astronomischen Sinne genommen, die noch in den Zeiten der Römer den damaligen Reisenden wohl bekannt war.

Elephantines Heiligthümer waren nach den inschriftlichen Ueberlieferungen der Denkmäler und Papyrus-Urkunden ägyptischen Ursprunges einem Götterpaare geweiht, das mit himmlischen Erscheinungen, im Zusammenhange mit der alljährlich zu einem ganz bestimmten Zeitpunkte eintretenden Nilschwelle, in engster Verbindung stand. Ein widderköpfiger Gott, von den Klassikern nach seiner ägyptischen Benennung *Chnumu: Chnubis* oder *Chnuphis, Knuphis* getauft, galt als Symbol eines der vier Sonnenpunkte im Jahreslaufe.

Die buntfarbige Bildsäule dieses Gottes, welche sich in dem Hauptheiligthume Elephantines befand, schildert der gelehrte Bischof *Eusebius* (um 350) mit den folgenden Worten: „Das Bild lässt einen sitzenden Mann erkennen, der mit *blauer* Farbe ausgemalt ist, aber mit dem Kopfe eines *Widders.* An der Stelle des königlichen Diadems trägt er die *Hörner eines Bockes* mit einer kreisförmigen Scheibe darüber.

Der Widderkopf aber mit den Bockshörnern versinnbildlicht die *Conjunction von Sonne und Mond* im Thierkreiszeichen des Widders, die blaue Farbe dagegen die in jener

Conjunction vor allem wahrnehmbare *Kraft des Mondes, die Wasser anzuziehen und hervorzulocken.*“

Zur Zeit, als der gelehrte christliche Bischof diese Worte niederschrieb, trat die Sonne in der zweiten Hälfte des Monats März in das Zeichen des Widders ein, mit anderen Worten, zur Zeit der damaligen Frühlingsgleiche, welche nach astronomischer Rechnung am 20. März jul. stattfand. Thatsächlich ward der Neumond in dieser Epoche, der Conjunction von Sonne und Mond im Zodiakalzeichen des Widders, als der Urheber der nächsten beginnenden Fluth des Nilstromes angesehen, welche drei Monate später, zur Zeit der Sonnenwende (damals am 22. Juni), zum wirklichen Ausbruch kam und zwar, wie *Plinius* ausdrücklich bezeugt, wiederum beim Beginn des Neumondes. Der widderköpfige Gott von Elephantine gewinnt durch diese Auffassung seines Wesens eine eminent astronomische Bedeutung, auf die ich nicht verfehlen wollte, den Leser aufmerksam zu machen.*

So weit das Hauptsächlichste, was diesen Localgott anbetrifft.

Die Verbindung des Wassers mit dem Neumonde und mit den darauf folgenden Tagen desselben bis zum Vollmonde hin beruht auf uralten ägyptischen Anschauungen über die wasserziehende Eigenschaft unseres leuchtenden Trabanten, die man ihres hohen Alters wegen durchaus nicht übersehen wolle.

Elephantine ward nach den mythologischen Anschauungen und Ueberlieferungen der ältesten Zeiten als die eigentliche Quellgegend des Niles angesehen und deshalb als eine be-

---

* Man vergl. dazu *H. Brugsch:* Religion und Mythologie der alten Aegypter, S. 242 ff.

sonders verehrungswürdige Stätte betrachtet. Alle Beobachtungen, welche mit der alljährlichen Nilschwelle in Verbindung standen, gingen von Elephantine aus, wobei man den lichtvollen Erscheinungen am Tag- und Nachthimmel, welche bei der beginnenden Fluth auftauchten, eine hervorragende Aufmerksamkeit schenkte. Wir haben gesehen, dass der widderköpfige Gott *Chnumu* die wasserziehende Kraft des Neumondes zur Zeit der Frühlingsgleiche darzustellen bestimmt war, und wir dürfen nicht erstaunt sein, wenn zwei von ihm unzertrennliche Göttinnen in ähnlicher Weise mit dem neuen Wasser in engster Beziehung standen.

Die eigentliche Nilschwelle begann in der ältesten Epoche um die Zeit des Frühaufganges des Hundssternes oder des Sirius, von den Aegyptern mit dem Namen *Sōthis* belegt. Verschieden je nach den geographischen Breiten, von Elephantine an bis nach Alexandrien hin, fand in Aegypten dieser Frühaufgang in der Zeit vom 16. bis 23. Juli regelmässig in einem Zeitraume von dreitausend Jahren statt. Da man sich dieser Beobachtung nicht entziehen konnte, so erhielt der Hundsstern die Bedeutung eines himmlischen Urhebers der Schwelle, und man weihte ihm eine Göttin, Isis-Sothis, welche als die Schöpferin der segenbringenden Wasser durch das ganze Land verehrt ward. Erst spät gewann man die Ueberzeugung, in Folge fortgesetzter Beobachtungen, dass nicht der Hundsstern und seine Göttin, deren Aufgang sich im Laufe der folgenden Jahrhunderte und Jahrtausende von dem Anfangspunkte der Nilschwelle entfernte, sondern die *Sommersonnenwende* mit der beginnenden Fluth in engerem Zusammenhange stand, genauer genommen, der *Neumond* der Sonnenwende, wie ich es vorher bereits angedeutet hatte. Nichtsdestoweniger blieb der alte Glaube an die wasserbringende Eigenschaft des

Hundssternes erhalten, und die Göttin Isis-Sothis behielt ihre ehrenvolle Stellung hinter dem Gotte Chnumu von Elephantine nach wie vor bei.

Als die Genossin beider erscheint in dritter Linie die *Anka,* d. h. die „Umarmerin", benannte Göttin, deren Rolle durch einen in ihren Händen befindlichen Wasserkrug genugsam gekennzeichnet ist. Sie stellt das neue Wasser der Ueberschwemmung dar, welche den von der Hitze und Trockenheit leidenden Erdengott gleichsam umarmt und ihm neue Kraft und Stärke verleiht.

Der geheimnissvolle Sinn der Verbindung dieser drei grossen Gottheiten von Elephantine ist überaus leicht zu enthüllen, sobald man die astronomisch-tellurischen Thatsachen näher ins Auge fasst, dass in den ältesten Epochen der ägyptischen Geschichte nach dem Eintritt der Frühlingsgleiche die Sommersonnenwende, bei dem gleichzeitigen heliakischen (d. h. frühmorgens in der Sonnennähe) Aufgang des Sirius, den jährlichen Anfang der Nilschwelle und, nebenher sei es bemerkt, auch den Neujahrstag des altägyptischen Kalenderjahres anzeigte. Dieser streng wissenschaftlich verbürgte Zusammenhang zwischen den angeführten drei Phänomenen kann als kräftiger Beweis für die unleugbare Entstehung mythologischer Gebilde aus den fortgesetzten Beobachtungen der Lichterscheinungen am Tag- und Nachthimmel angesehen werden. Ich richte die Aufmerksamkeit des Lesers gerade auf diese merkwürdige Genesis von Göttergestalten, um ihn für ein weiteres Zeugniss dafür aus dem höchsten Alterthume vorzubereiten, das mit meiner Theorie des Lichtes in engster Beziehung steht und jede Selbsttäuschung in der Auffassung des Thatbestandes ausschliesst.

Auf der östlichen Seite des Stromes, der astronomischen

Nilinsel Elephantine gegenüber, ist in unserer Gegenwart die Assuan genannte Stadt gelegen. Weniger alten Ursprunges als das Eiland in ihrem Angesichte, ist dennoch Name und Stadt antiken Ursprunges. Griechen und Römer bezeichneten den Ort als Syene, in welcher Wortform ihr echt ägyptischer Name *Siwene* oder *Sowene* verborgen liegt. Auch die Bibel kennt diese einheimische Bezeichnung und sieht in der Stadt selbst den südlichsten Grenzort Aegyptens. Alles das ist es nicht, was meiner Meinung nach die Aufmerksamkeit auf diesen Platz hinlenken möchte, sondern vielmehr die Wahrnehmung, dass auch das alte Syene eine astronomische Bedeutung besass, die sich am sprechendsten, neben dem oben von mir erwähnten Brunnen, in einem dem Sirius geweihten Tempel offenbart, der sich am Südende der Stadt befand, und welchen die modernen Ausgrabungen nach tausendjähriger Verborgenheit wieder zugänglich gemacht haben. Er liegt links vom Wege ab, der heut zu Tage von der Marktstrasse aus nach den weltberühmten Steinbrüchen von Assuan führt, doch bereits so tief unter dem gegenwärtigen Strassenniveau versteckt, dass man genöthigt ist, fast von der Höhe über seinem Dache niederwärts zu steigen.

Mit einer Fülle von Inschriften aus den Ptolemäerzeiten geschmückt, offenbart der Inhalt derselben die Absicht, dem Sirius-Sterne als dem Urheber der Ueberschwemmung in Wort und Bild königliche Huldigungen darzubringen. In der griechischen Epoche galt trotz der Verschiebung des ersten Fluthtages immer noch die altägyptische Jahresform, welche mit dem Siriusaufgange den Eintritt der Nilschwelle und damit den Jahresanfang oder den Neujahrstag verknüpfte. Die astronomische Grundlage der Gesammtvorstellungen ist auch in dem Heiligthum des Sothis- oder Sirius-Sternes in Assuan unver-

kennbar, und wir werden kaum fehl gehen, Assuan neben Elephantine als einen für astronomische Beobachtungen besonders geeignet gehaltenen Beobachtungsposten bei den alten Aegyptern anzusehen.

Fünftes Kapitel.

Das Thierkreislicht von Elephantine.

Mit den allgemeinen Vorkenntnissen ausgerüstet, wie sie Reisehandbücher und Beschreibungen von Land und Leuten dem Wanderer in Aegypten zu Gebote stellen, hatte ich im Februar des Jahres 1892 die Stadt Assuan und die Insel Elephantine glücklich erreicht. An der südlichsten Grenze des ägyptischen Staates, die sich noch heute an derselben Stelle wie im grauesten Alterthume befindet, lag mir der Wunsch nahe, aus dem reinen klaren Himmel, der sein Zeltdach über die anmuthige halbtropisch-afrikanische Landschaft ausspannt, den möglichsten Vortheil zu ziehen und meine zugemessene Zeit nicht nur durch Besichtigung der vorhandenen Denkmäler zu verwerthen, sondern auch durch Beobachtungen der Himmelserscheinungen, soweit sie mit dem Lichte in Zusammenhange standen, vor Allem in den Stunden der Morgen- und Abenddämmerungen, und so meinem Verlangen nach eindrucksvollen Bildern für mein Auge Rechnung zu tragen. Wie weder Farbe und Pinsel, noch Wort und Feder jemals im Stande sein werden, die sichtbaren Erscheinungen auf dem Gebiete der Lichtwelt auch nur mit annähernder Schärfe und Treue zu schildern, um sie unserer eigenen Erinnerung zurückzurufen oder den Fernerstehenden zur Anschauung des Wirklichen zu bringen, so beklage ich auch meinerseits die Schwäche der

menschlichen Mittel, meinen Lesern mit vollendetster Anschaulichkeit ein von mir beobachtetes Phänomen zu beschreiben, das zunächst durch seine Seltenheit die höchste Aufmerksamkeit beanspruchen dürfte.

Ich bin überzeugt, dass die Lichterscheinung, welche ich im Sinne habe, nicht etwa als eine ungewöhnliche Ausnahme von einer allgemeinen Regel zu betrachten sein dürfte, sondern dass sie in ihrer Eigenart alljährlich zu derselben Zeit und an derselben Stelle mit aller Nothwendigkeit wiederkehrt. Ich gehe deshalb weiter, um den Wunsch auszusprechen, dass mein eigener Beobachtungsposten am nilbespülten Ufer der Stadt Assuan, der Insel Elephantine gegenüber, zu einer Art von Wallfahrtsstelle werden möge, an welcher vielleicht dereinst den Gelehrten der Sternenwelt und ihrer Wunder die Ueberzeugung aufgedrängt wird, dass ich zu meinen Ansichten über die Theorie des Lichtes keineswegs auf einem Irrwege gelangt bin. Denn kein Beweis kann schlagender sein, keine Erscheinung mächtiger auf die Ueberzeugungskraft einwirken, als eine der unleugbarsten Thatsachen, die mit dem Lichte und seinen Einflüssen auf die Beleuchtung der irdischen Atmosphäre in einem so engen Zusammenhange steht und ohne Missverständniss in der Auffassung auf die bis heute unerkannt gebliebene Quelle ihres Ursprunges mit zwingendster Gewalt zurückführt.

Es war am neunzehnten Tage des Monates Februar und am zweiundzwanzigsten Tage nach dem Eintritt des Neumondes, als ich bald nach dem Scheiden der Sonne hinter den sanderfüllten Höhenzügen der libyschen Wüste im Westen am Nilufer von Assuan meinen Standort einnahm, um den Blick in der Richtung der Insel Elephantine auf die wechselnden Farbentöne des Abendhimmels zu werfen. Wer beschreibt mein Erstaunen, als ich beim Auftauchen eines schönen und klaren

Thierkreislichtes in seiner Dreiecksgestalt plötzlich Zeuge einer der wunderbarsten Erscheinungen wurde, wie sie mir niemals bei allen meinen früheren Beobachtungen entgegengetreten war. Meine eigene Ueberraschung wurde gleichzeitig von allen meinen Reisebegleitern getheilt, welche ich kaum nöthig hatte auf die Eigenartigkeit des Bildes vor unseren Augen aufmerksam zu machen. (S. das Titelbild *Tafel I.*)

Man stelle sich die Lichtpyramide in ihrer bekannten Zeichnung und in ihrem silberhellen, ins Mattbläuliche spielenden Glanze vor, während der Himmel an den Seiten des Lichtberges einen lichten, duftig blauen Ton zeigte, in jener ätherischen Reinheit, wie ihn der Reisende aus den trüben Zonen unserer nordischen Heimath im fernen Süden voller Entzücken zu betrachten pflegt.. Kaum gesehen, nahm das farbige Bild über der anmuthigen Insel plötzlich eine unerwartete Veränderung seines Anblicks an. Von der Spitze der Pyramide ausgehend und in senkrechter Richtung auf die Grundlinie derselben gerichtet, schob sich schartenartig ein breiter Spalt in das Dreieck ein, welcher dasselbe gleichsam in zwei Hälften theilte und genau die Färbung des Abendhimmels zur Schau trug. (S. *Tafel V.*)

Das so Ungewöhnliche der Erscheinung reizte meine Neugierde im höchsten Maasse, denn sie barg ein Lichträthsel in sich, dessen Lösung ich schon erwog, als sich in dem kurzen Zeitraume weniger Minuten die Scharte vor meinen sehenden und beobachtenden Augen schloss. Die Pyramide des Zodiakallichtes erglänzte von Neuem in gewohnter Klarheit und Schönheit, und von nun an erinnerte nichts mehr an die kurz vorher entstandene und vergangene Scharte, die wie ein langer Schattenstreif minutenlang mitten durch das Dreieck geschwebt zu sein schien.

[illegible] Zeit [illegible]
[illegible] mir [illegible]
[illegible]
[illegible] alle [illegible]
[illegible] hatte [illegible]
[illegible] gefunkelt [illegible]
[illegible]

[illegible] bekannt [illegible] Meteorfälle [illegible] an den Seiten [illegible] Lichtzüge [illegible] im [illegible] aus dem [illegible] Süden [illegible] Kometen, neben dem [illegible] eine unerwartete Veränderung [illegible] Schweifs an [illegible] der Spitze der Pyramide ausgehend [illegible] auf die Grundlinie derselben [illegible] schob sich [illegible] artig ein breiter Spalt in das [illegible], welcher dasselbe [illegible] in zwei Hälften [illegible] die [illegible] des [illegible] Mondscheins zur Schau trug. [illegible]

Diese so Un[illegible] der Erscheinung reizte meine Neugierde im höchsten Maße, denn sie barg ein Lichträthsel in sich, dessen Lösung ich schon erwog, als sich in dem kurzen Zeitraume weniger Minuten die Scharte vor meinen sehenden und beobachtenden Augen schloss. Die Pyramide des Zodiakallichts ergänzte von Neuem in gewohnter Klarheit ihr Schimmern [illegible] an [illegible] nichts mehr an die kurz [illegible] erstandene und vergangene Scharte, die wie ein [illegible] [illegible] mitten durch das Dreieck gegangen [illegible]

Tafel V.



Meissner & Buch, Leipzig, Lith.

Verlag von G. Westermann, Braunschweig

Scharte im Thierkreislicht in Afsuan.

Die merkwürdige, wie gesagt, niemals früher von mir wahrgenommene Erscheinung musste selbstverständlich ihre natürliche physikalische Ursache haben, die näher an Ort und Stelle zu ergründen meine nächste Aufgabe war. Meine Theorie des Lichtes, das fühlte ich mit aller Stärke der Ueberzeugung, stand auf dem Punkte, ihre Probe zu bestehen, mochte dieselbe zu Gunsten oder zu Ungunsten meiner eigenen Anschauungen ausfallen, wie sie sich im Laufe langer Jahre durch vielgeübte Praxis in meinem geschäftlichen Lebensberufe in mir ausgebildet und zu einer allmählich vervollkommneten Lehre entwickelt hatten. Ich war sogar darauf gefasst, selbst den Irrthum offen einzugestehen und meinen Gegnern volle Gerechtigkeit widerfahren zu lassen, sobald die an meine Theorie geknüpften Folgerungen mich im Stiche gelassen und damit zu dem Bekenntniss einer, allerdings unfreiwilligen, Selbsttäuschung genöthigt hätten. Es mag peinlich sein, den Trägern der Wissenschaft gegenüber das Geständniss des Irrthums auf dem von ihnen gepflegten Gebiete der physikalischen Astronomie öffentlich abzulegen, aber auch in diesem Falle behält das alte Wort sein Recht: *amicus Plato, magis amica veritas,* Plato ist mein Freund, aber eine grössere Freundin die Wahrheit.

Um dem Leser die Gelegenheit zu bieten, ein klares Bild von den physikalischen Vorgängen zu gewinnen, die von Anfang bis zu Ende hin zu der plötzlichen Erscheinung des beschriebenen schartenartigen Risses innerhalb der Pyramide des Thierkreislichtes geführt hatten, rufe ich demselben die in dem ersten Theile meines Buches entwickelten und auf S. 98 zusammengefassten Grundsätze meiner Lehre über das Licht und seine Wirkungen auf unsere irdische Atmosphäre noch einmal in das Gedächtniss zurück. Auf Grund derselben hatte sich mir die Ueberzeugung aufgedrängt, dass diejenigen ele-

mentaren Sonnenstrahlen, welche bei dem Ueberschreiten der Grenze der Brechungssphäre und bei dem Eintritt in die unteren dichteren Schichten zu leuchtenden Strahlen gebrochen werden, nothwendig als die leuchtendsten erscheinen, welche auf dem längsten Wege bis zu der Oberfläche unseres Erdkörpers gelangen. Es werden demnach diejenigen Strahlenbündel, welche bei der Abend- und Morgendämmerung die Erde tangiren, das Maximum ihrer lichtspendenden Eigenschaft besitzen, dagegen natürlicher Weise diejenigen, welche in den höheren Schichten unserer Atmosphäre mit jenen parallel laufen, das geringste Maass ihrer leuchtenden Kraft enthalten; tangiren sie doch kaum die Brechungssphäre und legen den kürzesten Weg in der dichteren Schicht zurück. Sämmtliche elementare Strahlen jenseits dieser Grenze müssen für die Beleuchtung der Erde überhaupt vollständig verloren gehen. Ich habe es versucht, in der nebenstehenden *Figur 52* die von dem Erdkörper an bis zur obersten Grenze hin stetig abnehmende Leuchtkraft der Sonnenstrahlen innerhalb unserer irdischen Atmosphäre bis zur Brechungsgrenze *d* durch eine bildliche Darstellung der Anschauung näher zu führen und daran meine Prüfung des eben erwähnten Zodiakallichtes in seiner eigenthümlichen und absonderlichen Erscheinungsform zu knüpfen.

Unser Standpunkt sei in *o*. Von unserem Horizonte aus bis zur Grenze der Fluthwelle in *c* erscheint das Zodiakallicht vor uns in seiner leuchtenden Gestalt. Wie es die Figur zeigt, kann die uns zugewendete Seite des pyramidenförmigen Lichtes ihren Ursprung nur von den Strahlen der Sonne herleiten, welche die grösste Leuchtkraft besitzen, während die dahinter liegenden und geringer leuchtenden nur die allgemeine Masse des vorhandenen Lichtes vermehren helfen. Sie treffen eben mit geringerer Leuchtkraft auf eine weniger kör-

perliche Schicht der Atmosphäre und sind ihrem Wesen nach schwächer.

Wir nehmen den Fall an, dass sich auf unserer Erdoberfläche gerade an dem Punkte, an welchem die Lichtstrahlen der Sonne die Erde tangiren, zufälliger Weise ein steil aufsteigender Berg befindet, so wird sein Dasein ganz natürlich ein augenblickliches Hinderniss für die freie Entfaltung der leuchtenden Strahlen darbieten. Sie werden von ihm gleich-

Figur 52.



sam aufgefangen werden, während die übrigen Lichtstrahlen ihren Weg zu beiden Seiten des undurchsichtigen Hindernisses fortsetzen und die atmosphärischen Schichten mit ihrem Glanze übergiessen. Es bedarf keines grossen Scharfsinnes, um die Folgen der unterbrochenen Lichtwirkung im voraus zu begreifen. Das Zodiakallicht wird sich nur unvollkommen entwickeln können, denn an einem gegebenen Punkte wird sich an Stelle des Lichtes der Schatten des Berges projiciren, mit anderen Worten, eine Spalte oder Scharte wird das Vollbild des Zodiakalscheines unterbrechen, ganz wie sie die Abbildung auf *Tafel V* darstellt. Aus der Strahlenmasse, welche die Ge-

stalt des Thierkreislichtes zu bilden pflegt, sind die hell leuchtenden Bündel eine Zeit lang beseitigt worden. Die inzwischen über das Hinderniss des Berges fortlaufenden können in unser Auge nicht mehr Licht senden, als es der gewöhnliche Abendhimmel erkennen lässt.

In Folge der Umdrehung der Erde nach Osten, nach Verlauf weniger Minuten, war das undurchsichtige Hinderniss den durchgehenden Strahlen entrückt worden, und von Neuem erstrahlte das Thierkreislicht in der ganzen Fülle seines prächtigen krystallhellen Glanzes. Nichts gemahnte weiter an die vorher eingetretene Trübung, denn wie durch Zauber war die Scharte verschwunden und das überraschende Schauspiel ihres Daseins hatte sein Ende erreicht.

Für mich selber hatte die ganze Erscheinung eine ausserordentliche Bedeutung gewonnen, denn sie enthielt den letzten und stärksten Beweis nicht nur für die Richtigkeit meiner Theorie über die Entstehung des Thierkreislichtes als eines Dämmerungslichtes, sondern auch für die Richtigkeit meiner Strahlentheorie im Allgemeinen, wonach die Lichtstrahlen in einer sehr dünnen Schicht der um unsere Erde gelegten Lufthülle in leuchtende umgewandelt werden.

Man wird es leicht verstehen, dass mich die eben beschriebene Erscheinung in eine fast andachtsvolle Stimmung versetzte. Empfand ich es doch wie ein heiliges Gefühl der Dankbarkeit gegen den Schöpfer, dass mir gerade an dem südlichsten Punkte meiner Studienreise im historischen Nilthale so unerwartet die Gelegenheit geboten ward, die Wahrheit meiner Ansichten zu erproben und sie in der vollkommensten Weise bestätigt zu finden. Mochte ein glücklicher Zufall mir die Gunst beschieden haben, an dem bezeichneten Tage und am Schlusse meiner Wanderung dem geschilderten Phänomen

an den Wassern des Niles gegenüberzustehen, immerhin durfte ich es wie eine Fügung des Himmels betrachten, mit meinen Augen ein so auffallendes Zeichen und Wunder sich enthüllen zu sehen.

Die Erscheinung war so plötzlich eingetreten, sie überraschte mich in so hohem Grade und fesselte meine ganze Aufmerksamkeit so vollständig, dass ich meine Gedanken einzig und allein auf die Fragen nach der Lösung des Räthsels

Figur 53.



richtete und es darüber sogar ausser Acht liess, ihre Dauer nach der Uhr in meiner Hand festzustellen. Nur das Eine darf ich mit Sicherheit behaupten, dass von dem Auftauchen der Scharte bis zu ihrem Verschwinden hin drei oder vier Minuten vergangen sein mochten.

Zum besseren Verständniss verweise ich auf vorstehende *Figur 53,* welche zur Erklärung der Bildung jener Scharte dienen soll. Wie ich es bereits auseinandergesetzt habe, nimmt der Berg an der Stelle *b* einen Theil, und zwar den leuchtendsten der Lichtstrahlen, fort, während nur die weniger leuchtenden übrig bleiben.

Ein isolirt stehender Berg von etwa 900 bis 1000 Metern

Erhebung über dem Boden der Wüste und in einem Abstande von 1,5 Graden oder circa 22 geographischen Meilen von der Insel Elephantine aus hatte das Wunder bewirkt, die Strahlen von nicht dem fünften Theile der Höhe der Lichtstrahlen, welche innerhalb der unteren Atmosphäre die Erscheinung des herrlichen Thierkreislichtes hervorrufen, ihrer erhellenden Wirkung zu berauben und den seltsamen Anblick eines Schartenrisses zu schaffen.

Figur 54.



Damit ist der Beweis ein für allemal geliefert, dass die gelehrte Welt der letzten Jahrhunderte ohne Unterschied der Nation einem schweren Irrthume anheimgefallen war, indem sie die ganze Fülle der Sonnenkraft, Schöpfungen im Weltenraum, wie um die Sonne oder die Erde kreisende Ringe und elektrische Fluida unbekannten Ursprunges heraufbeschwor, um für die Entstehung der Thierkreislichter eine passende, wenn auch überall schwankende Begründung zu entdecken. Hoffen wir, dass die gegenwärtigen Vertreter der physikalisch-astronomischen Wissenschaft angesichts der von mir nachgewiesenen Thatsache eine bessere Einsicht gewinnen und die einfachste Theorie, wie ich sie in meiner Arbeit entwickelt

habe und wie sie bereits vor Jahrtausenden die Aegypter geahnt zu haben scheinen, in voller Ueberzeugung ihres zutreffenden Inhaltes annehmen.

Lassen wir beispielsweise die alte Theorie gelten, nach welcher die Sonnenstrahlen ihren Centralkörper leuchtend verlassen, um unsere irdische Atmosphäre, ungefähr wie nebenstehende *Figur 54* es zeigt, mit Lichtstrahlen anzufüllen, so würden ja auch diese nach der Grenze der Fluthwelle zu weniger leuchtend erscheinen, aber immerhin nicht in dem Verhältniss ihre Leuchtkraft einbüssen, wie es sich auf Grund meiner eigenen Theorie bewiesenermaassen bestätigt. Würde von dieser Lichtmasse auch ein minimaler Theil von 1000 Metern fortgenommen, so glaube ich kaum, dass die behinderte Lichtwirkung auch nur den geringsten Eindruck hervorgerufen haben würde. Die Masse der Lichtfülle wäre zu bedeutend, als dass das Fehlen einer verhältnissmässig kleinen Menge auch nur im Mindesten zur sichtbaren Wahrnehmung gelangen könnte.

Sechstes Kapitel.

Die Kenntniss des Thierkreislichtes im Alterthume.

Ich kann den anziehenden Gegenstand des Zodiakallichtes nicht verlassen, ohne die äussere Gestalt desselben in seiner pyramidalen Form auch vom historischen Standpunkte aus, in Bezug auf die Kenntniss der alten Aegypter, einer näheren Prüfung unterzogen zu haben. Ich weiss sehr wohl, dass ein derartiger Versuch als eine nebensächliche Arbeit für die naturwissenschaftliche Forschung erscheinen möchte, aber sicher ist er historisch interessant, wäre es auch nur, um der Frage

näher zu treten, ob das Stillschweigen der klassischen Zeit in Bezug auf das Vorkommen dieser merkwürdigen Lichterscheinung als Beweis für die Unbekanntschaft der Alten mit derselben überhaupt gelten darf?

Das Zodiakallicht zeigt die deutliche Gestalt eines gleichschenkeligen Dreieckes, wie sie jede Seite eines altägyptischen Pyramidenbaues den Blicken des Beschauers offenbart. Ein Dreieck dieser Form bezeichneten die alten Aegypter mit dem Worte *Sopd,* aus welchem die Griechen und Römer umschriftlich den Namen *Sōthis* gebildet hatten. So hiess unter anderem auch der Hundsstern, wie ich es oben nach ägyptischen Quellen dargelegt habe, nicht etwa weil dies leuchtende Gestirn die Gestalt eines Dreieckes zeigte, sondern weil die zu ihm gehörige Constellation aus drei Hauptsternen bestand, die in ihrer Lage zu einander die drei Spitzen eines gleichschenkeligen Dreieckes erkennen lassen.

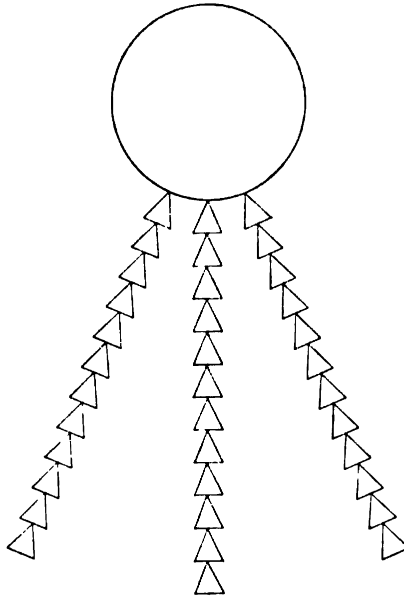
In den altägyptischen Bildwerken auf Stein und Papyrus, in Sculptur und in Malerei werden nicht selten oder vielmehr in den meisten Fällen die Strahlen der Sonne in einer eigenthümlichen und auffälligen Weise zur Anschauung gebracht. Jeder einzelne Strahl wird aus einer Reihe aufgethürmter Dreiecke oder Pyramiden gebildet, wie es die nebenstehende Zeichnung *(Figur 55)* angiebt.

Einen Zusammenhang des Lichtstrahles mit dem Dreieck bietet eine uns beim *Plinius* erhaltene Ueberlieferung über die Gestalt und den Namen der ägyptischen Obelisken oder Spitzsäulen.

Wie man weiss, bestanden die letzteren, stets paarweise vor den Haupteingängen der grossen Tempeleingänge aufgestellt, aus einem riesigen Monolith in Pfeilergestalt, der sich nach der Höhe zu verjüngte und mit einer kleinen Pyramide

oder einem sogenannten Pyramidion nach oben hin abschloss. Die vier Flächen des langen Pfeilers und das zu jeder einzelnen gehörige dreieckige Seitenstück des Pyramidions waren genau nach den vier Himmelsgegenden hin orientirt wie im Uebrigen die Pyramiden selber, an deren nördlicher Seite der Eingang zu denselben zu liegen pflegt.

Figur 55.



Der römische Schriftsteller, dessen Namen ich soeben aufgeführt habe, stellt die anfangs seltsam klingende Behauptung auf, dass die Aegypter die beschriebenen Obelisken als *Sonnenstrahl* bezeichnet hätten. Das konnte nur eine der heiligen Sprache entlehnte Benennung gewesen sein, denn in der gewöhnlichen Ausdrucksweise der Hieroglyphen lautete sie mit einem Worte, dessen Sinn nichts weniger als Sonnenstrahl oder dem ähnliches bedeutet. Dagegen besteht eine zweite, eben der geheimnissvollen heiligen Sprache angehörige Bezeichnung, in welcher sich die Vorstellung *des Licht ausstrahlenden* verbirgt. Dass die Vierheit der Dreiecke des Pyramidions zu jener Vorstellung geführt hatte oder, richtiger gesagt, deren Verwendung als Obeliskenaufsatz zu Wege gebracht hatte, dafür tritt als beredtes Zeugniss die allgemein bekannte, durch Inschriften auf das Unzweifelhafteste erhärtete Thatsache

ein, dass im Alterthum das Pyramidion mit einem Ueberzuge aus weissem Golde oder vergoldeten Kupferplatten bedeckt war, welche, zumal bei hellem Sonnenschein, in die weiteste Ferne hin leuchteten und den Ankommenden schon auf Meilenabstand als Wahrzeichen entgegenwinkten.

Jedenfalls sagen uns viele Denkmäler in ihrer stummen Sprache, dass die alten Aegypter dem Lichtstrahl, ohne Unterschied seines Ursprunges, eine Gestalt zugeschrieben haben, deren drei Hauptpunkte einem gleichschenkeligen Dreieck angehörten. Auch einem *leuchtenden* Sterne, der selber durch das Bild eines fünfstrahligen Sternes dargestellt zu werden pflegte, wurde zur Bekräftigung seiner lichtspendenden Eigenschaft gelegentlich ein strahlendes Dreieck beigefügt.

Und damit bin ich zu der Hauptsache meiner Betrachtung gelangt, die in ihrer Grundlage auf sicher festgestellten Ergebnissen der neuesten ägyptologischen Forschungen bis zu den sprachlichen Errungenschaften hin beruht.

Die Aegypter waren ausgezeichnete Beobachter der Natur nach allen Richtungen der Erscheinungswelt hin, wozu ihnen ein reiner, klarer Tag- und Nachthimmel und die periodisch wiederkehrenden Phänomene ihres glücklichen Landes und seines Stromes die günstigste Gelegenheit darboten. Das blendende Licht der Sonne und der strahlende Glanz eines noch so hellen Sternes in den fernen Himmelsweiten konnte ihnen unmöglich die Vorstellung eines Dreieckes zur Darstellung des leuchtenden Strahles erwecken. Das Bild musste sich ihnen durch andere Beobachtungen aufgedrängt haben, und was ist natürlicher, als hierbei an das Thierkreislicht zu denken, das in allen Theilen Aegyptens und besonders fast alltäglich in mildem Glanze vor der Morgen- oder nach der Abenddämmerung als hohe Lichtpyramide zu erglänzen pflegt. Nimmer-

mehr ist dem Glauben Raum zu geben, als sei während eines 3000jährigen Bestehens der ägyptischen Geschichte diese wundervolle Lichterscheinung dem sorgfältig beobachtenden Auge der ägyptischen Sternseher auf den Dachzinnen des hohen Pylonenthurmpaares vor den Tempelanlagen vollständig entgangen. Die priesterliche Klasse des weisen Volkes lebte ja geradezu in den Sternen, schrieb Bücher über Sonnenläufe, Planetenbahnen und Fixstern-Auf- und Untergänge, legte systematische Himmelskarten an den Decken berühmter Tempel und Königsgräber nieder, theilte die Himmelssphäre in ganz bestimmte Zonen nach kartographischem Muster ein, bevölkerte dieselbe mit Göttern und Dämonen zu beiden Seiten der Sonnenbahn auf dem Himmelsocean und las aus den Sternen die Schicksale der Hohen dieser Erde, und sie sollte nicht einmal das Thierkreislicht in das Bereich ihrer Beobachtung gezogen haben, während ihr unbewaffnetes Auge in die fernsten Tiefen der Sternenwelt eindrang? Das behaupte, wer da kann; ich meinerseits bestreite mit aller Entschiedenheit eine an sich so unglaubwürdige Annahme, die höchstens ihre Stütze darin finden könnte, dass es den modernen Aegyptologen bisher noch nicht gelungen ist, das Zeichen und den Namen für das Thierkreislicht in den astronomischen Tafeln der Denkmäler wiederzuerkennen. Die junge Wissenschaft geht eben schrittweise vor, bis sie auch die letzten Fragen des Wortes beantwortet und dessen Räthsel gelöst haben wird. Steht es etwa bei den alten Klassikern besser, und sind die Andeutungen, die sich beim *Plinius* und *Festus Pompejus* angeblich über das Thierkreislicht vorfinden sollen, mit aller Sicherheit auf diese Erscheinung zu beziehen?

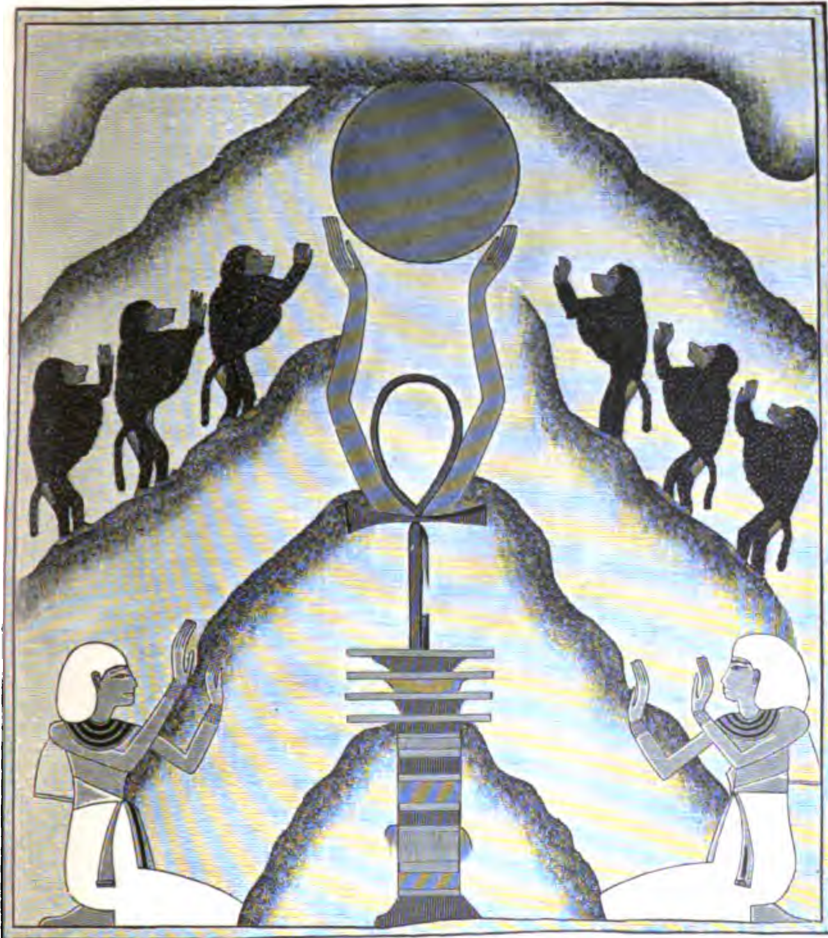
Ich habe mich schliesslich an einen erprobten Forscher auf dem altägyptischen Gebiete, meinen leider vor kurzem ver-

storbenen Freund *H. Brugsch,* gewendet, der als Herausgeber eines ganzen Bandes astronomischer Inschriften und vieler Einzelabhandlungen, welche astronomische Gegenstände berühren, am ersten in der Lage sein konnte, meine Wissbegierde zu befriedigen und mir Auskunft über das Vorkommen des Thierkreislichtes auf den Denkmälern zu gewähren. Ich theile seine Erwiderung auf meine briefliche Anfrage in wortgetreuem Abdruck mit, um dem Leser nichts vorzuenthalten, was aus der Feder eines der bewährtesten Forscher hervorgegangen ist.

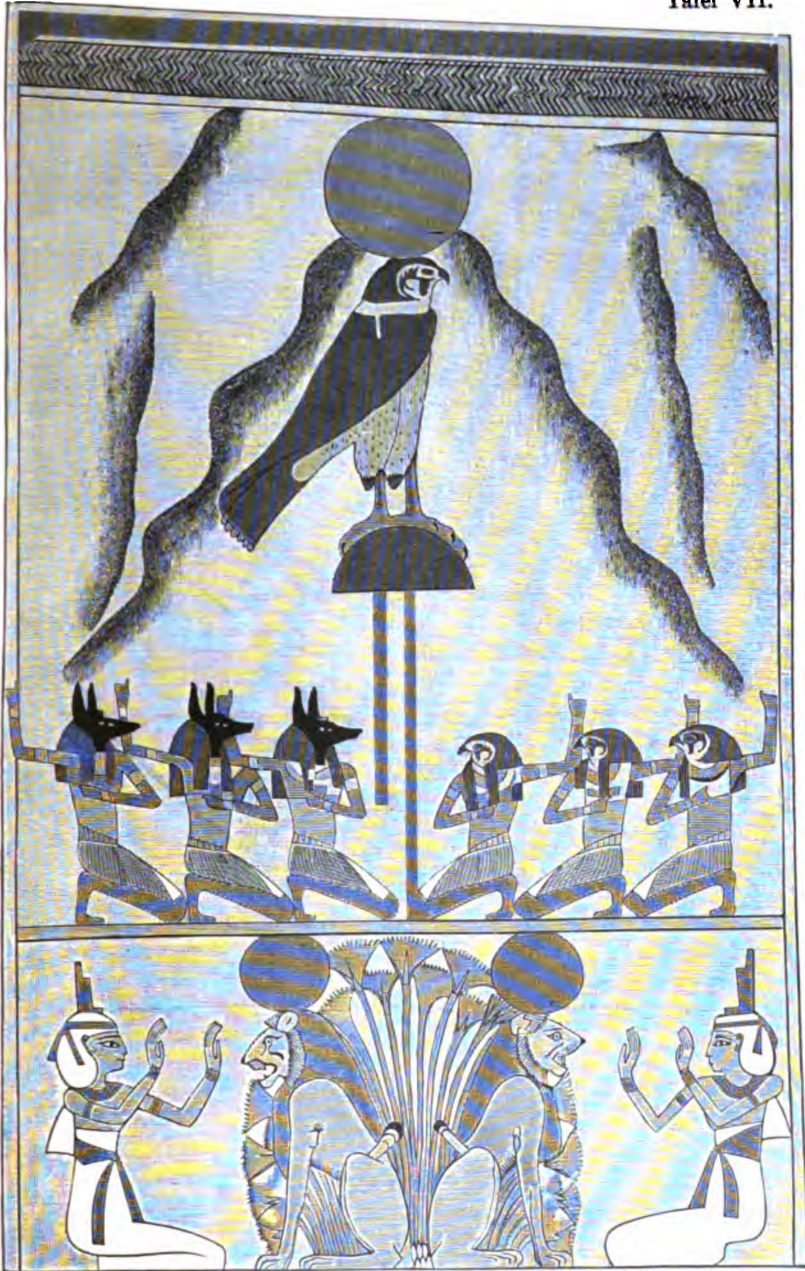
„Sie wissen," so schreibt er mir, „in welch hohem Maasse ich Ihren Ansichten über den Ursprung des Zodiakallichtes zustimme und wie sehr ich mich für die von Ihnen gebotene Lösung einer Frage begeistere, die selbst den bedeutendsten Astronomen bis zur Stunde die grössten Schwierigkeiten bereitet hat. Ich habe in dem mir von Ihnen empfohlenen Werke von Dr. *Otto Ule* ‚Die Wunder der Sternenwelt' (dritte Auflage von 1883) das betreffende Stück über das Thierkreislicht mit aller Andacht gelesen und in dem Bekenntnisse, dass nach den letzten Untersuchungen bewährter Astronomen das Spectrum des Zodiakallichtes continuirlich und nicht wesentlich verschieden sei vom Spectrum, welches das zerstreute Dämmerlicht giebt, eine fast directe Bestätigung Ihrer eigenen Theorie gefunden.

Es ergiebt sich aus dem Studium der Denkmäler, dass von den ältesten Zeiten ihres geschichtlichen Bestehens an bis zu der Epoche der heidnischen Römerherrschaft hin die Aegypter die Sonne als die höchste Gottheit betrachteten, ihr Tempel und Altäre gründeten und in Tausenden von Inschriften und Texten sie durch Gesänge und Lobpreisungen verherrlichten. An den Hauptabschnitten des Tages, in der Frühe, zur Mittagszeit und am Abend, richtete der fromme Aegypter sein

Tafel VI.



Altägyptische Vorstellung des Sonnenaufgangs.



Altägyptische Vorstellung des Sonnenuntergangs.

Gebet an sie. Vor Allem war es die Sonne an den beiden Punkten ihres Aufganges und Niederganges, am östlichen und westlichen Horizont, welche in Bild und Wort in den Vordergrund trat. Der Osten galt als ihre Geburtsstätte, der Westen als die Gegend ihres Hinscheidens. Als von hervorragender Bedeutung vor den übrigen Tagen des Jahres sah man den Neujahrstag an (19. Juli julianisch), an welchem der Morgenstern, das Siriusgestirn, der Phönix und sonstige Erscheinungen am Himmel als die Herolde des neugeborenen Lichtes mit begrüsst wurden. Ob auch das Thierkreislicht dazu gehörte, werden meine Untersuchungen erweisen. Vorläufig mache ich Sie auf eine Darstellung des Sonnenaufganges und Sonnenunterganges aufmerksam, die sich in farbiger Ausführung in einem sogenannten ‚Todtenpapyrus' des Leydener Museums vorfindet, welchen die Familie eines Kaufmannes Namens *Qen-na* etwa am Ende der XVIII. Dynastie (um 1400 v. Chr.) für diesen Verstorbenen anfertigen liess.

Unter den buntfarbigen Abbildungen, welche diesen schönen Papyrus schmücken, nehmen die auf den *Tafeln VI* und *VII* dargestellten einen Hauptplatz ein. Ganz abgesehen von den symbolischen Gestalten, welche jede ihre eigene Bedeutung haben, ist es durch Tausende ähnlicher Beispiele erwiesen, dass der Maler beabsichtigte, in der Darstellung mit den beiden Affenreihen den *Aufgang* der Sonnenscheibe, in der zweiten mit dem stehenden Falken ihren *Untergang* vor Augen zu führen. Die welligen Linien rechts und links auf beiden Seiten der Sonnenscheibe rufen in ihrer pyramidenförmigen Anordnung, wie mir scheint, die Absicht des Zeichners wach, dem Thierkreislicht einen sichtbaren Ausdruck zu geben. In dem Bilde des Sonnenaufganges schwebt die Hauptmasse der Pyramide *über* der Sonnenscheibe und erstreckt sich bis zum Him-

melsgewölbe, in welchem ihre Spitze zu verschwinden scheint. In dem Bilde des Sonnenunterganges befindet sich die Hauptmasse der Pyramide *unter* der Sonnenscheibe, die in das darüber gemalte blaue Meer unterzutauchen im Begriff steht. Im ersteren Falle, ganz entsprechend der Erscheinung des Thierkreislichtes, wird dasselbe *vor* dem Sonnenaufgang sichtbar, im zweiten *nach* dem Untergang des Tagesgestirnes. Eine andere Erklärung vermag ich nicht zu finden. Indem ich meine Auffassung unter allem Vorbehalt ausspreche, muss ich Sie auf spätere Untersuchungen über diese und ähnliche Bildwerke verweisen.

Ihre Ansicht, dass den alten Aegyptern die Erscheinung des Zodiakallichtes nicht entgangen sein könne, theile ich vollkommen, nur hält es vorläufig noch schwer, nach dem Stande der bisherigen Entzifferungen das darauf bezügliche Zeichen, im Zusammenhange mit seiner astronomischen Ausdrucksweise, aus den Hunderten uns noch unbekannten Bildern und Wörtern herauszufinden. Auf alle Fälle muss vorausgesetzt werden, dass in der Bezeichnung selber das *Dreieck* seine besondere Rolle gespielt haben wird.

Dies führt mich auf eine Vermuthung, die, an sich durchaus nicht unwahrscheinlich, dennoch ihre Bestätigung von ferneren Untersuchungen darüber zu erwarten hat.

Die Aegypter, wie ich in meinem ‚Thesaurus' S. 46 ff. durch veröffentlichte Listen der Denkmäler es nachgewiesen habe, waren in vollster Kenntniss eines Mondjahres, das gelegentlich zur Bestimmung gewisser Feste, ähnlich wie bei unserer Osterfeier, eine entscheidende Rolle spielte. Sie statuirten einen vollen (synodischen) Mondmonat von dreissig Tagen, von denen jeder Tag seine besondere Benennung trug und unter dem Schutze eines gleichfalls mit einem bestimmten Namen

bezeichneten Gottes oder Dämons stand. Ich hebe hervor, dass es sich nur um *männliche* Schutzpatrone handelt, wenigstens nach den mir vorliegenden Beispielen der jüngsten Epoche in den durch mich der Oeffentlichkeit übergebenen und früher vollständig unbekannten Listen.

Die Bedeutung der einzelnen Mondtage, in ihrer Reihenfolge, für den religiösen Festkalender der alten Aegypter erleidet im Einzelnen Unterschiede, die von dem Mondstande und dem Mondlichte abhängig erscheinen. Im Allgemeinen ist daran festzuhalten, dass die Tage des zunehmenden Lichtes, vom Neumonde an bis zum Vollmonde hin, als *glückliche,* die des abnehmenden Mondes als *unglückliche* betrachtet wurden. Man dachte sich den Mond selber als das *linke Auge* (nach altägyptischer Sprachweise das *östliche* geheissen) der Lichtgottheit, wie im Gegensatz dazu die Sonne als das *rechte* (oder *westliche)* Auge derselben. Der Lichtgottheit wurde der Dämon der Finsterniss gegenübergestellt, welcher die beiden Augen der Lichtgottheit, die Quellen des irdischen Lebens, im Laufe des Jahres, der Jahreszeiten, der Monate und der Tage und Nächte zu blenden sich in unablässigem Kampfe abmühte. Man nahm an, dass dem Kakodämon die feindselige Handlung im periodischen Wechsel des abnehmenden Sonnen- und Mondlichtes gelang, ohne dem Lichte selber den schliesslichen Sieg zu rauben, denn das Licht triumphirt beständig über die Finsterniss. Der Symbolismus verstieg sich bis in die sprachlichen Ausdrücke hinein, aber man versteht seine Räthsel vollkommen, sobald man sich die Grundlagen desselben zur klaren Anschauung gebracht hat.

Die ältesten Aegypter besassen ein Jahr von zwölf Monaten zu je dreissig Tagen, mit einem Zuschuss von fünf Schalttagen, im Ganzen also von 365 Tagen. Sein Neujahrstag begann am

19. Juli, dem Tage des Eintrittes der Sonnenwende bei seiner Stiftung. Man konnte sich der Beobachtung nicht entziehen, dass in der ersten Hälfte des Jahres die Tageslängen abnahmen und zwar von der Sommerwende an bis zur Winterwende hin, während sich die Zunahme der Tageslängen von der Winterwende an bis zur Sommerwende hin in der zweiten Jahreshälfte bemerkbar machen musste. Die Zeit der Abnahme der Tageslängen wurde in Bild und Wort als abnehmendes Licht des vom Dämon der Finsterniss verwundeten oder geblendeten *Sonnenauges* aufgefasst, das erst mit dem Eintritt der Winterwende seine volle Sehkraft wieder gewann oder, wie es die Aegypter ausdrückten, sich wieder ausfüllte oder *voll* ward und zwar am Schlusse der ersten Hälfte des Jahres. Das volle Auge leuchtete nunmehr in der zweiten Hälfte des Jahres, welche hauptsächlich der Trauer gewidmet war, während in der ersteren, in der Zeit des sich füllenden Auges, Freudenfeste an der Tagesordnung waren.

Nach altägyptischen Vorstellungen galt die Sonne als das *rechte,* der Mond als das *linke* Auge des Lichtgottes. Dieselbe Anschauung von dem leidenden und dem gesunden Auge oder dem abnehmenden und zunehmenden Lichte fand auf den Mond oder das linke Auge des Lichtgottes ihre entsprechende Anwendung, nur mit dem Unterschiede, dass der Wechsel zwischen dem zunehmenden und abnehmenden Lichte naturgemäss nicht auf das Mondjahr, sondern auf den Mondmonat bezogen wurde. Die Tage vom Neumonde an bis zum Vollmonde hin wurden in gleicher Weise als *glückliche* angesehen und vor allem der erste, zweite, sechste, siebente (das erste Viertel) und fünfzehnte Tag oder der Tag des Vollmondes als fröhliche Festtage gefeiert — schon in den Pyramiden-Inschriften treten sie als solche hervor —,

während die folgenden Tage (17—30) als Trauertage ihre Geltung behaupteten und von den Freudenfeiern ausgeschlossen blieben.

Ich will es nicht unerwähnt lassen, dass nach ausdrücklichen und sehr alten Zeugnissen auf ägyptischen Denkmälern der 29. und 30. Mondtag, also die beiden Tage unmittelbar vor dem Eintritt des Neumondes, wie es scheint, von den Trauerfesten ausgeschlossen blieben. Man sah sie mit als die Tage der Empfängniss und der Schwangerschaft des am ersten Tage des Mondmonats gleichsam *geborenen* Neumondkindes an und hielt sie in diesem Sinne für glückliche Tage. In einer Festliste aus der Zeit des vierzehnten Jahrhunderts vor dem Beginn unserer Aera, deren Abfassung auf die Regierungsepoche des grossen *Ramses II.* zurückgeht, erscheinen deshalb die beiden erwähnten Tage, der 29. und 30., an der Spitze des Mondfestkalenders, wie es die folgende Aufzählung auf Grund der Inschrift bezeugt (s. meinen ‚Thesaurus‘ S. 311):

Mondfeste an den Mondtagen
29. 30. 1. 2. 4. 6. 10. 15.

Diese auffallende Anordnung hat selbst eine chronologische Bedeutung, die in einer griechischen Ueberlieferung nach altägyptischen Quellen begründet ist. Die Aegypter trugen sich mit einer uralten Tradition, wonach die Welt zur Zeit der ersten Frühlingsnachtgleiche am 29. Mondtage (also am Tage der Empfängniss des Mondes) geschaffen sein sollte.*

Ich kehre nach dieser gewiss nicht überflüssigen Abschweifung zu den Mondtagen zurück und fasse die zweite Hälfte derselben oder die des abnehmenden Lichtes näher ins Auge. Unter den Monden und Mondnamen ist es der 22. oder

* Siehe *Brugsch:* Religion und Mythologie der alten Aegypter, S. 269.

der siebente nach dem Vollmonde, also der Tag unmittelbar vor dem letzten Viertel oder dem 23. Monde, welcher die Aufmerksamkeit im höchsten Maasse fesselt, denn seine Bezeichnung lautet im Altägyptischen auf Grund von zwei vorhandenen Listen *pḥu sopde-t,* was ich in meinem ‚Thesaurus' (s. S. 51, Z. 6) ganz wörtlich durch *‚Schluss des Dreieckes'* übertragen habe.

Dass es sich bei dem ‚Dreieck' nicht um die so benannte Constellation des Sirius oder des Hundssternes handeln kann, liegt auf der Hand, denn dem Bilde des Dreieckes fehlt das in diesem Falle durchaus nothwendige Deutzeichen des fünfstrahligen Sternes. Es tritt hinzu, dass der Hundsstern auch nicht die geringsten Beziehungen zum Monde oder zu irgend einem Mondstande verrathen lässt. Der heliakische oder Früh-Aufgang des Sternbildes Sirius bezeichnete den Anfang des altägyptischen bürgerlichen Neujahres in seiner normalen Form und hatte mit dem 22. Monde, von welchem gleich genauer die Rede sein wird, auch nicht das Geringste zu schaffen.

Der angeführte Name besteht aus den zwei Hauptwörtern *pḥu* und *sopde-t.* Die Bedeutung des ersteren ist von dem gleichlautenden Verbalstamme *pḥu* abzuleiten, an welchen sich die Vorstellungen ‚ans Ende gelangen, ein gestecktes Ziel erreichen, zur äussersten Grenze gelangen' u. s. w. knüpfen. Der unzweifelhafte Sinn des zweiten Wortes ist zunächst (gleichschenkeliges) *Dreieck,* dann aber alles, was nach seiner äusserlichen Gestalt einem Dreieck ähnlich sieht. Indem ich hierbei, d. h. in einer astronomischen Inschrift, als welche die Mondtafel der Denkmäler aufzufassen ist, an die Pyramide des Thierkreislichtes beinahe mit zwingender Macht erinnert werde, erwächst mir für die besondere Bezeichnung des 22. Mond-

tages der besondere Sinn: ‚Die letzte *Grenze* oder mit anderen Worten das höchste Ziel oder der äusserste Stand *des Zodiakalscheines.*‘

In wie weit sich ein derartiger Name für den angegebenen lunaren Tag rechtfertigt, das dürfte sich aus einer näheren Prüfung Ihrer Theorie über die Entstehung des Zodiakallichtes ergeben. Vorläufig drängt sich mir eine eigenthümliche Bestätigung meiner Auffassung des bisher unbekannten Zeichens des Dreieckes im Sinne jener Lichtpyramide zur Zeit der Abend- und Morgendämmerung auf, die ich durchaus nicht mit Stillschweigen übergehen kann.

Auf der altägyptischen Elle von 28 Fingerbreiten oder *Digiti* finden sich mit Verschiebungen in Einzelheiten die Namen der Schutzgottheiten der 28 Mondtage wieder (siehe ‚Thesaurus‘, S. 117). Ueber den Zusammenhang zwischen dem räumlichen und zeitlichen Maasse, mit besonderer Rücksicht auf die Mondtage, habe ich a. a. O. (S. 116) meine eigene Meinung ausgesprochen. Ich hebe hier nur hervor, dass der 22. Finger oder, was dasselbe besagen will, der 22. Mondtag einer Schutzgottheit zugetheilt ist, deren Name *sopdu,* d. h. ‚die zum Dreieck gehörige‘, oder nach der neuen vorgeschlagenen Auffassung, ‚die zum Zodiakallicht gehörige‘ äusserst bemerkenswerth ist.

Die also genannte Gottheit ist männlich aufgefasst und eine besondere Localform des wohlbekannten ägyptischen Gottes *Schou,* des sogenannten Himmelsträgers, in welchem sich nach meinen schon längst veröffentlichten Untersuchungen *die vom Sonnenstrahl erleuchtete Atmosphäre über unserer Erde darstellt.* Seine Abbildungen zeigen ihn mit den gewöhnlichen Attributen einer solaren Gottheit, aber, zwar selten, auch charakterisirt durch ein über seinem Haupte schwebendes

Dreieck, die Lichtpyramide, welcher er beschriebener Maassen den Ursprung seines Namens verdankte (s. *Figur 56).* Es ist derselbe Gott, auf welchen Sie selber bei unseren Zusammenkünften in Kairo zuerst meine besondere Aufmerksamkeit lenkten, nachdem Sie in ihm eine bildliche Darstellung des Zodiakallichtes vermutheten.

Figur 56.



Seine Hauptkultusstätte führte die Bezeichnung *Pi-sapdu,* ‚das Haus des Dreieckigen', um mir die Freiheit dieser wörtlichen Uebertragung zu gestatten, welche sich in der heutigen Benennung *Saft* des alten untergegangenen Platzes auf das treuste bewahrt hat. Die alte Stadt dieses Namens, die sogar in den Keilinschriften in der Umschrift *Pi-Saptu* wiederkehrt, bildete die ehemalige Metropole der unterägyptischen Provinz Arabia, welche ausserhalb des eigentlichen Deltagebietes und zwar auf der östlichen Seite desselben und angrenzend, in westlicher Richtung, an den Nomos von Bubastis gelegen war. Mit dem Nomos von Arabia verbanden sich bei den Aegyptern mannigfache Vorstellungen von der Wiederkehr des Lichtes, die in dem fabelhaften Vogel *Phönix* sich am deutlichsten ausprägten.

Der Gott wird ausdrücklich als *der Herr des Ostens* bezeichnet und sein Bereich bis nach den Wüsten der sinaitischen Halbinsel ausgedehnt. Die Darstellungen auf den Felsen in einzelnen Thälern derselben nennen ihn auch da mit

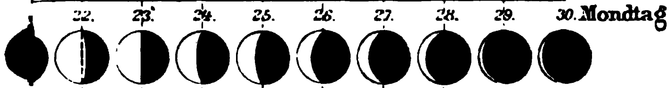
der Beigabe des Lichtdreieckes, dessen Erklärung bis jetzt von keinem Gelehrten versucht worden ist. Nur Herr *Naville,* der Herausgeber von ‚*Goshen* and the Shrine of *Saft-el-Henneh* (1887)‘, hat S. 10 seines englischen Textes die bemerkenswerthe Vermuthung ausgesprochen, er glaube, ein sorgfältiges Studium der auf den Gott *Sopd* bezüglichen Texte würde uns zu dem Schlusse führen, dass er nicht die aufgehende Sonne vorstelle, sondern vielmehr einen von den Planeten — Venus als den Morgenstern. Wie Sie sehen, hatte dieser Gelehrte wenigstens den richtigen Gedanken erfasst, dass mit dem Dreiecke gewisse Vorstellungen verbunden waren, welche Lichterscheinungen unmittelbar vor dem Aufgange der Sonne betrafen. Es müsste wunderlich zugehen, wenn die als Gott aufgefasste erleuchtete Atmosphäre mit ihrem Dreieck etwas anderes bezeichnen sollte als das Abbild des Zodiakallichtes, das gerade in jenen luftreinen Regionen eine so häufig wiederkehrende Erscheinung bildet und die Aufmerksamkeit aller Reisenden durch seine glanzvolle Gestalt fesselt. Es liegt an Ihnen, dem von mir gesammelten archäologischen Material seinen vollen Werth durch Ihr eigenes Urtheil darüber zu verleihen, um nicht nur für die Aegyptologie durch Ihre Untersuchungen die Auflösung eines bis jetzt unbekannten, an das Dreieck sich knüpfenden Räthsels zu liefern, sondern auch die Geschichte der astronomischen Entdeckungen durch den Nachweis zu bereichern, dass die Bekanntschaft des Thierkreislichtes nicht erst den modernen Zeiten, vielmehr bereits den ältesten Epochen der Welthistorie angehört.

Angereizt durch die von Ihnen aufs Neue angeregte Frage über den Ursprung des Thierkreislichtes, werde ich es mir angelegen sein lassen, aus den Inschriften aller Epochen der altägyptischen Ueberlieferungen Beispiele über das Vorkommen

des Dreieckes zu sammeln und die Bedeutung desselben als Thierkreislicht darauf anzuwenden. Das Ergebniss meiner bisherigen Untersuchungen war bereits der überraschendsten Art. Indem ich mir es vorbehalte, in einer besonderen Schrift die Zeugnisse je nach ihrem Vorkommen im Einzelnen zu veröffentlichen, erlaube ich mir vorläufig auf folgende Stellen, in welchen sich in den Originaltexten das Bild des *gleichschenkeligen Dreieckes* (von mir durch *Thierkreislicht* übertragen) vorfindet, Ihre besondere Aufmerksamkeit zu lenken. In den Pyramiden-Inschriften bezeichnet *‚die Gegend des Thierkreislichtes‘* eine bestimmte Himmelsrichtung. Die Seele der verstorbenen Könige *‚wandelt über den Thierkreislichtern‘*. Texte aus dem Neuen Reiche lassen *‚das Thierkreislicht aus dem Meere emporsteigen‘*, sprechen *‚von dem aufgehenden Thierkreislichte, welches an der Stätte des Aufgangs emporsteigt‘*, reden von Opfern in der Frühe des Morgens, *‚wenn das Thierkreislicht aufsteigt‘* u. a. m. Selbst der thebanische Gott *Amon*, dessen Name bisweilen durch das Bild eines Obelisken ausgedrückt wurde, erscheint mit dem Thierkreislichte in Verbindung gesetzt. In dem hieratischen Papyrus Nr. VII (aus dem Neuen Reiche) des Berliner Museums wird der Gott als die Weltseele bezeichnet, die von Anfang an da war, *‚als der Himmel noch nicht bestand, die Erde noch nicht war und das Wasser noch nicht zum Vorschein gekommen war‘*. Nach ihrem Willen baute sie sich einen kosmischen Leib, dessen Theile als Glieder des Weltkörpers aufgefasst werden. Der Gott wird mit den Worten angerufen: *‚Du hattest keinen Vater, der dich nach seiner Gestalt erzeugt, keine Mutter, die dich geboren hätte; du schufst dich selber. Das T h i e r k r e i s l i c h t stieg empor und das T h i e r k r e i s l i c h t verlieh dir eine bildliche Form* (als Pyramidion, Obelisk) *auf Erden.‘* Man

Tafel VIII.

Morgen.
enfluthwelle des Mondes.



Fluthwelle des Mondes.
Abend.

begreift es deshalb, wenn in dem Magischen Papyrus-*Harris* derselbe Gott gekennzeichnet wird als ‚*Abbild des Thierkreislichtes, das sich selber gebiert*‘, und man lächelt unwillkürlich zu den früher gelieferten Uebersetzungen dieser Stelle: ‚le dominateur accompli qui s'est enfanté lui-même‘ oder ‚le germe divin jouissant de la faculté de s'enfanter lui-même‘. Doch ich breche damit ab, in der Absicht, Sie später auf ganz ausserordentliche Ueberraschungen mit Bezug auf das Vorkommen des Thierkreislichtes im höchsten Alterthume vorzubereiten.“

Ich brauche nicht zu versichern, dass die vorstehenden Mittheilungen meines gelehrten Freundes, an deren Genauigkeit ich nicht im mindesten zu zweifeln Veranlassung finde, mich sofort zu einer eingehenden Prüfung der von den Denkmälern her gemeldeten Thatsachen aufforderten. Das Ergebniss derselben ist ohne grosse Umständlichkeit zu liefern, und jeder unbefangene Leser wird sich durch einen blossen Einblick in die beigegebene Zeichnung leicht davon überzeugen, wie sehr der 22. Mondtag seine Berechtigung zu der Bezeichnung als Höhe des Thierkreislichtes verdient. (S. *Tafel VIII.)*

Am ersten Tage des Mondmonates oder an der Neomenie desselben stehen sich Mond und Sonne in einer geraden Linie gegenüber. Bei einer solchen Stellung kann, wie ich im dritten Kapitel: Ueber die Entstehung des Thierkreislichtes, auseinander gesetzt habe, von einer Bildung des Zodiakallichtes nicht die Rede sein, und eine Anspielung auf dasselbe in der eponymischen Bezeichnung des Neumondtages ist daher vollkommen ausgeschlossen.

Am 7. Mondtage, an welchem das erste Viertel des Mondes in die Erscheinung am Himmel tritt, müssten die erleuchteten Fluthwellen des Mondes allerdings ihren höchsten

Stand erreichen. Dass dies jedoch nicht der Fall sein kann, beweist die natürliche Thatsache, dass die Anziehungskraft der Sonne auch ihre Macht auf die Mondwelle wirken lässt, als deren Folge eine Verflachung derselben anzusehen ist.

Nach meinen Auseinandersetzungen im dritten Kapitel gehört auch der 15. Tag des Mondmonates, d. h. die Zeit des eintretenden Vollmondes, nicht zu denjenigen, welche dem Auftreten dieser Lichterscheinung eine Möglichkeit gewähren.

Anders verhält es sich dagegen mit dem 22. Monde, an welchem die alten Aegypter die beste, weil günstigste Gelegenheit fanden, dem höchsten Lichte ihre Aufmerksamkeit zuzuwenden. Der Grund dafür ist leicht zu finden und ebenso leicht zu verstehen. Die Fluthwelle des Mondes wird nämlich einen Tag vor dem letzten Viertel, was besonders ins Auge gefasst werden muss, von der *Sonne* angezogen, so dass in dieser Stellung derselben die Lichtpyramide ihre höchste Ausdehnung dem Beobachter darbieten muss. Ich gestehe es sogar ganz offen, dass die Mondtafeln der alten Aegypter mich erst zu der Ueberzeugung gebracht haben, dass bei der Bildung des Thierkreislichtes die anziehende Kraft des Sonnenkörpers einen bemerkbaren Einfluss ausübt. In dieser Beziehung bin ich somit den alten Aegyptern zur Dankbarkeit verpflichtet, meine Aufmerksamkeit auf den solaren Factor bei der Erscheinung der Lichtpyramide gelenkt zu haben.

Ich bin ein Laie auf dem Gebiete der altägyptischen Forschungen und muss mich schon allein aus dieser Ursache des Urtheils über die Bedeutung nilotischer Göttergebilde enthalten, um mich nicht dem Vorwurfe einseitiger Anschauungen zu Gunsten eigener Theorien der gelehrten Welt gegenüber auszusetzen, und zwar mit vollstem Rechte des verdienten Tadels. Das Eine wird jedoch nicht bloss mir, sondern jedem

Unbefangenen sofort in die Augen springen, dass der sonnige Gott mit dem gleichschenkeligen Dreieck auf dem Kopfe und dem Dreieckszeichen in seiner hieroglyphischen Namensform kaum etwas anderes als der Vertreter des Zodiakalscheines sein kann. Sein Zusammenhang mit der Sonne liegt durch Darstellungen und Inschriften klar zu Tage, und wenn er zugleich als eine locale Form der den Himmel stützenden, vom Sonnenstrahl erleuchteten irdischen Atmosphäre in nirgends misszuverstehenden Bildern und Worten auf den ältesten Denkmälern geschildert* und angerufen wird, so kann diese Auffassung seiner Lichtmission nur als neues Zeugniss den vielen übrigen hinzugefügt werden, dass die Weisen im Nilthale von Alters her gute Beobachter und scharfe Denker waren, denen keine Erscheinung entging, die mit dem Lichte in Verbindung stand, das in seiner höchsten Potenz als Sonnenstrahl geradezu die Grundlage ihrer religiösen Anschauungen bildete. Wie hätte auch während ihres mindestens dreitausendjährigen Bestehens der ägyptischen Bevölkerung die Bildung der Lichtpyramide entgehen können, besonders wenn man in Erwägung zieht, dass der alljährlich beobachtete Frühaufgang des Sirius-Sternes an der Wende des alten und neuen Jahres (um 11 Uhr Morgens nach altägyptischer Stundenzählung, d. h. eine Stunde vor Sonnenaufgang) eigentlich ganz von selber auf die Region des Dämmerungslichtes, unmittelbar vor Aufgang der Sonne, hinüberleitete und alle Erscheinungen innerhalb derselben in den Beobachtungskreis des Auges übertrug.

Es muss und wird von den weiteren Untersuchungen auf dem Gebiete der Denkmälerkunde abhängen, die Beziehungen

* Siehe *Brugsch:* Religion und Mythologie der alten Aegypter, S. 207 ff.

festzustellen, in welchen der ägyptisch-arabische Gott mit dem Zeichen der Pyramide des Dämmerungslichtes oder, in physikalisch-astronomischer Sprache ausgedrückt, das sogenannte Thierkreislicht in der Abend- und Morgendämmerung, zur Sonne an den Hauptpunkten des Jahres und zu den Mondständen gesetzt erscheint. Nur die genauesten Untersuchungen, welche nach dieser Richtung hin mit Hülfe des vorhandenen antiquarischen Materials ausgeführt werden müssen, können zu einem Ergebniss führen, das voraussichtlich für die Kenntniss der ältesten Geschichte des beobachteten Thierkreislichtes von weittragender Bedeutung sein wird.

Einen Stützpunkt für die eminent astronomische Natur des Gottes mit dem gleichschenkeligen Dreieck finde ich selber in einem von Abbildungen begleiteten astronomisch-astrologischen inschriftlichen Denkmale, das trotz seines fragmentarischen Zustandes, in welchem es uns überkommen ist, dem Verständniss auch nicht die geringsten Schwierigkeiten darbietet. Es findet sich publicirt und besprochen in dem Bande astronomischen Inhalts von *H. Brugschs* „Thesaurus" S. 179 bis 184. Der erwähnte Gott erscheint darin als Vorsteher, oder wie immer man seine Rolle als Führer und Leiter von 36 und bezüglich 37 Sternbildern bezeichnen will, welche in der älteren Astronomie die Stelle des erst im Jahrhundert vor Christi Geburt in die Himmelssphäre eingeführten Thierkreises vertraten. Von den älteren Dekaden, wie man jede jener 36 Constellationen zu benennen pflegte, fielen somit 3 auf jedes einzelne Thierkreiszeichen ($3 \times 12 = 36$). Da das Jahr aus 365 Tagen bestand, so trat die Sonne in der Reihenfolge der 36 Sternbilder, vom Neujahrstage an gerechnet, an jedem 1., 11. und 21. Tage der zwölf Monate oder, mit anderen Worten, am Anfange einer jeden, bei den alten Aegyp-

tern nicht aus sieben, sondern aus zehn Tagen bestehenden Woche oder Dekade in ein neues Sternbild ein. Die am Schlusse des Jahres befindlichen fünf Schalttage des Jahres bewirkten für das folgende Jahr eine natürliche Umsetzung der Eintrittstage, nämlich den 6., 16. und 26., während im dritten Jahre die ursprüngliche Anordnung (1., 11. und 21.) wieder in ihr Recht eintrat. In der bildlichen Darstellung erscheint der Gott nicht in seiner gewöhnlichen Auffassung, mit dem Dreieck auf dem Haupte, sondern in Gestalt eines Sperbers mit dem Kopfe eines Mannes, auf welchem ein Stern innerhalb eines Kreises schwebt, um auf seine astronomische, der Nacht oder der Dämmerung angehörige Natur hinzuweisen. Der Sperber befindet sich in der Mitte einer Barke, um auf die *aufsteigende Bewegung* hinzudeuten, während die laufende Schlange unterhalb des Bootes nach der ägyptischen Symbolik diese Bewegung als eine von der *unteren Hemisphäre nach der oberen aufsteigende* näher kennzeichnet. Neben dem Kopfe des Sperbers taucht eine *Feuerflamme* auf, wie *Brugsch* das Zeichen S. 182 übertragen hat. Auf meine an diesen Gelehrten gerichtete Anfrage erhielt ich die Antwort, dass die Flamme überhaupt als allgemeines Symbol für den feurigen Schein des Lichtes von den alten Aegyptern angesehen ward, so dass sich aus der Anwesenheit desselben die *leuchtende Natur* des Gottes ergiebt. Alles das lässt keinen Zweifel mehr übrig, dass die Gottheit mit dem charakteristischen Dreieck sich auf einen von der unteren Hemisphäre nach der oberen und zwar vor dem Sonnenaufgange emporsteigenden Lichtschein bezog, der an jedem zehnten Tage der Woche als ein Zeichen der Anwesenheit jenes Gottes begrüsst ward. Die Gesammtvorstellung, wie ich sie aus ihren einzelnen Theilen zusammengefügt habe, liefert somit einen schönen Beitrag zu der zuerst von Herrn *Le*

Page Renouf in London nachgewiesenen physikalisch-astronomischen Natur der ältesten ägyptischen Gottheiten, unter denen z. B. die *geflügelten* Göttinnen *Isis* und *Nephthys* die Morgen- und Abendröthe, die biblischen Flügel der Morgen- und Abendröthe versinnbildlichten.

Die Darstellungen in Gräbern und auf Särgen, in welchen die erwähnten Göttinnen ihr Flügelpaar über den Gott *Osiris* oder die Bilder verstorbener Personen ausbreiten, erhält hierdurch eine bedeutungsvolle Erklärung. Sie symbolisiren den himmlischen Schutz in seiner lichtvollen Gestalt, welcher sich über den Dahingeschiedenen ausbreitet.

Ich bin nunmehr an einem Punkte angelangt, der den ägyptischen Forschungen die unerwartete Lösung eines Räthsels darbietet, das uns vom Himmel nach der Erde überführt. „Die Stadt des Dreieckes“, nach meiner Auffassung „die Stadt des Thierkreislichtes“ in seiner pyramidalen Gestalt, trug eine volksthümliche Nebenbezeichnung, auf welche zuerst der unermüdliche Forscher *H. Brugsch* in seinen geographischen Untersuchungen (s. dessen „Dictionnaire géographique“ S. 876) hingewiesen hat. Sie lautet nach ihrer ägyptischen Schreibweise *Qosem* oder *Gosem.* Es ist das biblische *Goschen,* von den siebenzig Dolmetschern in der griechischen Uebersetzung des Alten Testamentes nach ihrer echt ägyptischen Bezeichnung durch *Gosem* wiedergegeben.

Die Entdeckung dieser Stadtbezeichnung und der Nachweis der geographischen Lage der darunter verstandenen Metropole der alten Provinz Arabia auf der östlichen Seite Unterägyptens, in der Nähe des heutigen Dorfes *Saft,* durch *Brugsch* hat durch die späteren Nachgrabungen des Prof. Dr. *Naville* an Ort und Stelle ihre vollste Bestätigung gefunden. Die Zweifel über den Namen und die Lage der von den Juden

meist bewohnten fruchtbaren und besonders als Viehweide berühmten Landschaft *Gosen,* richtiger *Gosem,* sind damit auf das Vollständigste gehoben, und kein ernsthafter Forscher hat sich seitdem bewogen gefühlt, diesen Entdeckungen gegenüberzutreten und den daran geknüpften Combinationen ihren Werth abzusprechen.

Man wird es deshalb verstehen, wenn mich die Neugierde reizte, auch dem Ursprunge des volksthümlichen Namens der Stadt des Thierkreislichtes nachzuspüren und mich an die beste Quelle zu wenden, um erhellende Aufschlüsse darüber zu gewinnen, an den Herausgeber des geographischen Wörterbuches des alten Aegypten. Um denselben nicht im Zweifel über meine Absichten und Ansichten zu lassen, theilte ich ihm meine Vermuthungen über die wahre Bedeutung des Dreieck-Gottes im Zusammenhange mit der Bildung des Thierkreislichtes in möglichster Vollständigkeit mit und hatte die ebenso grosse als beinahe unerwartete Freude, auf meine briefliche Anfrage die folgende Antwort zu erhalten.

„Sie werden es kaum glauben, hochverehrtester Herr und Freund, wie sehr ich durch die ausführliche Darstellung des Ganges Ihrer scharfsinnigen Untersuchungen über das Vorkommen des Thierkreislichtes auf den altägyptischen Denkmälern, im Zusammenhange mit dem Zeichen des gleichschenkeligen Dreieckes Δ geradezu überrascht worden bin. Wie man zu sagen pflegt, haben Sie mir ein Licht aufgesteckt, dass es mir beinahe wie Schuppen von den Augen fiel und ich fast nicht zu begreifen vermochte, wie ich so lange im Dunklen habe tappen können. Freilich gehörte dazu eine nähere Einsicht in das Wesen dieser in Aegypten so häufigen und von mir oftmals beobachteten Erscheinung, auf welche bereits im Jahre 1852, unmittelbar vor dem Antritt meiner ersten Reise

nach Aegypten, kein Geringerer als mein edler und grossmüthiger Gönner *Alexander von Humboldt* in einer brieflichen Notiz meine Aufmerksamkeit lenkte. Ich habe es zuerst in der Wüste der Natronklöster, westlich von Unterägypten, auf einer mit Professor Dr. *Schmarda* gemeinschaftlich nach dieser Region unternommenen Wanderung zu Esel beobachtet und die Eindrücke des Anblickes dieser Lichterscheinung kurz nach Sonnenuntergang in einer geradezu prachtvollen Gestalt mit wahrem Entzücken empfunden. In einer später veröffentlichten Druckschrift über diesen Wüstenritt habe ich genau nach den Worten meines Tagebuches eine Schilderung dieser Eindrücke niedergelegt, freilich dabei auf die alte landläufig gewordene Theorie über den Ursprung des Zodiakallichtes Rücksicht nehmend, die ich heute, in Folge Ihrer eigenen Arbeiten und Entdeckungen darüber, als vollständig irrthümlich anerkennen muss. Die Entstehung dieser von Ihnen richtiger als *Dämmerlicht* bezeichneten Lichterscheinung ist auf Grund Ihrer Darstellung so klar, einfach und dem gewöhnlichen Menschenverstande so fasslich, dass ich keinen Augenblick anstehe, mich als Ihren Schüler und Anhänger öffentlich zu bekennen, mag auch die astronomische Grossmacht mit ihren Spectren den Stab über meinen Unverstand brechen.

Ich vergesse über meine Begeisterung darüber beinahe den Hauptgegenstand Ihrer Anfrage, mit welcher Sie an die Thüre meines bescheidenen ägyptologischen Kabinets klopfen, ich meine den Wortinhalt des Namens *Gosem* für die versunkene und vergessene Haupstadt des ehemaligen Nomos Arabia.

Die Frage würde mehr als schwierig sein, käme mir nicht Ihre eigene so werthvolle Entdeckung zu Hülfe, dass nämlich in dem Zeichen des gleichschenkeligen Dreiecks für die männliche Nomosgottheit nichts anderes als der figurative Ausdruck

der Lichtpyramide verborgen sein kann, deren physikalische Bedeutung als Dämmerlicht vor dem Aufgange oder nach dem Untergange der Sonne Sie mit so überzeugenden Gründen dargethan haben. Das bisher unerklärt gebliebene Wort *Gosem,* mit dessen Deutung ich mich Jahre lang, erfolglos leider, beschäftigt habe, findet mit einem Mal seine verständnissvolle Lösung, sobald man die eigentliche Bedeutung des Dreiecksbildes erkannt hat. Auf Grund des koptischen Lexikons, das uns in seinem Wortschatze die jüngste vokalreichere Gestalt der ältesten Sprache der Aegypter zur Verfügung stellt, ist dasselbe *gosem* in der spätesten Form *gôsm* erhalten und zwar in der Bedeutung von *Finsterniss, Dämmerung.* Wer da weiss, dass z. B. in den semitischen Sprachen die Vorstellung der Frühe des Morgens sprachlich von Stämmen mit der Grundbezeichnung von *schwarz, dunkel sein, dämmern,* hergeleitet ist, wird keinen Anstoss an der ägyptischen Zusammenstellung nehmen.

Wir müssen daraus den Schluss ziehen, dass in dem heiligen Stadtnamen mit dem Sinn von ‚Stadt des Dreiecks‘, wie in der profanen Benennung *Gosem* mit der Bedeutung von ‚Stadt des Dämmerungslichtes‘ beide Bezeichnungen dasselbe besagten, mit anderen Worten, dass die im Volke gebräuchliche Bezeichnung *gosem* für das Dämmerungslicht in der heiligen Sprache durch den Ausdruck ‚Dreieck‘ vertreten war. Und damit ist für uns Alles gewonnen, sobald es sich um die Auslegung jener interessanten Hieroglyphen handelt. Aufgabe der Wissenschaft wird es sein müssen, Ihre Entdeckung in solchen Texten zu verwerthen, in denen die beregten Zeichen zum Vorschein kommen, um aus dem Zusammenhange des Sinnes die Richtigkeit der Auslegung auch auf einem indirecten Wege zu bestätigen. Dass dies der

Fall sein wird, daran zweifle ich im Voraus nicht im mindesten."

Nach diesen Auslassungen aus der Feder dieses hervorragenden und anerkannten Gelehrten finde ich keine Veranlassung weiter, auf alt-historische Untersuchungen einzugehen, deren Einzelheiten mir fern liegen und besondere Vorkenntnisse auf dem Gebiete der ägyptischen Alterthumsforschung bis zur Sprache hin voraussetzen.

Nur das Eine möchte ich als zweifellos hinstellen, dass die Pyramiden selber, jene weltberühmten ältesten Königsgräber am Rande der libyschen Wüste, die Grundidee ihrer Gestalt, wie ich schon früher erwähnt habe, augenscheinlich von jenem gleichschenkeligen Dreieck abgeleitet haben müssen, in welchem sich die Lichtpyramide in der Dämmerung des Ostens und Westens mit ihrer abgestumpften Spitze gleichsam verkörpert darstellt. Das Pyramidion, jene Pyramide *en miniature* oben auf der Höhe der Obelisken, enthielt nach dem von mir angeführten antiken Zeugniss aus der Feder des römischen Schriftstellers *Plinius* einen symbolischen Hinweis auf den Sonnenstrahl, der gleichfalls mit dem Aufbau der nach den vier Weltrichtungen hin genau orientirten Pyramiden ursprünglich verknüpft sein musste. Die Ostseite derselben war nach dem aufgehenden Lichte des Morgens, die Westseite nach dem abendlichen Lichte gerichtet. Diese war dem Scheiden aus dem Lichte, jene der Wiederkehr im Lichte geweiht. Dass diese Ansicht wirklich mit der Pyramide verknüpft war, wird in der auffälligsten Weise durch die Anwesenheit kleiner Pyramiden-Modelle aus Granit, Alabaster oder Kalkstein (sämmtlich mit schwarz bemalter Spitze) bewiesen, die in den Gräbern von Privatpersonen aufgefunden worden sind und die ich in vielfachen Exemplaren in den ägyptischen Museen in Kairo,

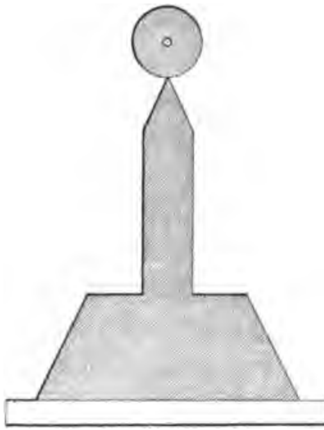
Berlin, Paris und London zu sehen Gelegenheit hatte. Die Darstellungen, welche sich auf den vier Seiten der Pyramiden eingemeisselt vorfinden, lassen auf den beiden, einander entgegengesetzten Hauptflächen allenthalben Scenen erkennen, welche sich auf den Aufgang und den Untergang des Sonnenstrahles beziehen. Selbst die Abbildungen in den Todtenpapyri, worauf ich besonders aufmerksam gemacht worden bin, bieten häufig die Gelegenheit, Pyramiden-Dreiecke mit schwarzer Spitze zu beobachten, die sich in Gestalt von Aufsätzen oben auf der Spitze von Grabthüren und Grabbauten befinden und ihren symbolischen Zweck leicht errathen lassen. Das bedeutungsvolle Lichtdreieck tritt bei jeder Gelegenheit in den Vordergrund, wo es sich um den Lichtschein im Osten und Westen handelte.

Einen Hauptbeweis für den Zusammenhang der Pyramide und des Obelisken mit dem Sonnenstrahl liefern, wenn auch leider vom Boden der Erde verschwundene, so doch in Zeichnungen wohl erhaltene Bauten, welche die Pyramide mit dem Obelisken verbanden und den ältesten Zeiten der ägyptischen Geschichte angehörten. Ich gebe ihre Gestalt nach den Abbildungen in dem Werke: Recherches sur les monuments qu'on peut attribuer aux six premières dynasties de Manéthon (S. 79) wieder, welches den berühmten französischen Aegyptologen Vicomte *Emm. de Rougé* zum Verfasser hat (s. die umstehende *Figur 57).*

Der Herausgeber macht darauf aufmerksam, dass die Sonnenscheibe auf der Spitze eines Obelisken angebracht ist, der selber auf einer abgestumpften Pyramide *(pyramide tronquée)* ruht. Er fühlt sich deshalb versucht, in diesen Denkmälern vielleicht einen riesigen Sonnenuhrzeiger oder Gnomon zu erkennen. Das konnten sie meiner Meinung nach schlechter-

dings nicht gewesen sein, denn sie tragen heilige Namen und waren Gegenstand eines Kultus, mit welchem die Namen von Königen der ältesten Geschichte und die Namen von Sonnenpriestern sich verbanden. Sie waren eben nur dem Lichtkulte des Sonnenstrahles geweiht und erfüllten keine astronomischen Zwecke, ebensowenig wie die Pyramiden, in welchen mancher Gelehrte und Ungelehrte in früherer Zeit die ältesten Sternwarten herauserkennen wollte.

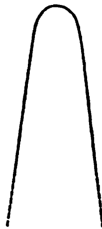
Figur 57.



Noch eines besonderen Umstandes will ich gedenken, welcher die Spitze des Pyramidion auf den Obelisken berührt, die in vielen Fällen, in Abbildungen und in den kleinen Pyramiden-Modellen, schwarz ausgemalt ist, als gehöre sie nicht zu der ursprünglichen Zeichnung. Es giebt nämlich mehrere steinerne Obelisken, welche eigentlich nur aus zwei Hauptseiten bestehen, die wie zwei Wandseiten durch einen ausgefüllten Zwischenraum von einander getrennt sind. Den einen lernte ich auf meiner ägyptischen Reise in Begig kennen, den anderen sah ich im Museum von Gizeh. Herr *Maspero* beschreibt diesen in seinem lehrreichen „Führer“ (unter Nr. 113) mit den Worten: „In der Mitte der Stele steht ein Obelisk aufgerichtet, dessen Spitze abgerundet wie die des Obelisken von Begig ist und auf welcher ein grosser Sperber steht u. s. w.“ Ich muss es den Aegyptologen anheimstellen, die in Rede stehende Darstellung zu erklären, mache aber darauf aufmerksam, dass die Gestalt dieser Obelisken *genau der Form des Thierkreislichtes*

entspricht und dass, wie ich zu meiner eigenen Befriedigung von gelehrter Seite erfahre, in den Pyramiden-Inschriften, d. h. in den ältesten, die überhaupt bekannt sind, an einzelnen Stellen *wiederum dieselbe Zeichnung* wiederkehrt, während an anderen Stellen der Obelisk in seiner gewöhnlichen Gestalt mit der Spitze des Pyramidion auftritt. Von Irrthümern, veranlasst durch eine allzu lebhafte Phantasie, kann wohl unter solchen Umständen nicht die Rede sein. Wir werden vielmehr zu der Annahme gedrängt:

1) dass die *älteste* Gestalt der beiden Hauptseiten des Obelisken die eines sich nach aufwärts verjüngenden und nach oben abgerundeten Steinpfeilers nebenstehender Form war;



2) dass die Gestalt des viereckigen Pfeilers mit dem Pyramidion darauf einer nächst älteren Epoche angehörte, die jedoch immer noch in die Pyramidenzeiten fällt, und dass

3) Pyramiden und Obelisken *Symbole des Lichtstrahles* in seiner Dreiecksgestalt mit abgerundeter oder vollendeter (meist schwarz ausgemalter) Spitze gewesen sind.

Ich zweifle nicht, dass es der wissenschaftlichen Forschung gelingen wird, auch aus den Inschriften heraus die Beweise für meine Behauptung zu Tage zu fördern. Dass übrigens die Gelehrten in dem Denkmale von Begig mit seiner abgerundeten Kuppe wirklich einen Obelisken erkannt haben, beweist die ihm von allen zuertheilte Bezeichnung als „Obelisk von Begig".

Noch *eine* Vermuthung möchte ich zum Schluss nicht unterdrücken: Das geheimnissvolle Dreieck der alten Aegypter, das uns bisher beschäftigt hat, dürfte vielleicht die Lösung eines Räthsels darbieten, das mit allgemein bekannten altjüdischen Vorstellungen über die symbolische Bedeutung eines

Dreieckes zum Ausdruck des grossen *Jahwe* oder *Jehova* im Zusammenhang steht. Es müsste natürlich auf geschichtlichem Wege nachgewiesen werden, in welcher Zeit dieses Symbol in dem angegebenen Sinne verwandt wurde, um sich später in der Ueberlieferung von Geschlecht zu Geschlecht fortzupflanzen. Sollte es gelingen, woran ich nicht zweifeln möchte, die Entstehung des Gottes-Dreieckes in eine verhältnissmässig ältere Epoche zurückzuversetzen, so würde nichts der Annahme im Wege stehen, das Urbild desselben in dem Pyramidenlichte von *Gosen* wiederzuerkennen. Bei einem mehr als 400jährigen Aufenthalt der Kinder Israels gerade in dieser Provinz des alten Aegypten konnte die Kenntniss und Bedeutung dieses Dreieckes an ihnen nicht spurlos vorübergehen. Bildete es doch für die Local-Gottheit von *Gosen* ein so bezeichnungsvolles Symbol, das bis in die Felsenthäler des Sinai seine Verwerthung fand. Es ist erklärlich, dass die heilige Ueberlieferung in der Bibel darüber mit Stillschweigen hinwegging, aber andererseits durchaus nicht unwahrscheinlich, dass die mündliche Tradition das uralte Zeichen des Schutzgottes von Gosen, das göttliche Dreieck, in treuer Erinnerung bewahrte. Wer sich daran erinnert, dass die ersten Christen in Aegypten oder die sogenannten Kopten in ihren ältesten Kirchenbauten das durchaus heidnische Zeichen des gehenkelten Kreuzes in den Händen der früheren Gottheiten des Landes in der Skulptur und Ornamentik zum Ausdruck des christlichen Kreuzes wählten, wird es vollständig verstehen, wie die Erinnerung an bedeutsame Symbole der heidnischen Zeit einen Platz in der jüdischen und später christlichen Kunst und Ornamentik finden konnte. *Georg Ebers* hat neuerdings eine ganze bilderreiche Abhandlung veröffentlicht, um gerade diese unleugbare Thatsache auf dem Gebiete der ältesten christlichen Symbolik durch zweifellose Beweise festzu-

stellen. Im Uebrigen nehme ich diese Gelegenheit wahr, auf eine von meinem Freunde *Heinrich Brugsch* begonnene und theilweise bereits im Druck befindliche inhaltreiche Arbeit über den Zusammenhang zwischen „Kultur und Kultus" im voraus aufmerksam zu machen, in welcher auch diese Seite der überlieferten Symbolik durch Beispiele näher beleuchtet wird.

Meinen Hauptzweck betrachte ich mit diesen Bemerkungen als erfüllt und überlasse es dem Leser, sich über den *Ursprung und das Wesen des Thierkreislichtes,* angemessener vielleicht *Dämmerungslicht* genannt, sein eigenes Urtheil zu bilden. Ich glaube nichts ausser Acht gelassen zu haben, um auch in dieser himmlischen Erscheinung, deren Kenntniss mindestens bis zum Beginn unserer Zeitrechnung zurückreicht, die naturgemässen Gesetze meiner Theorie des Lichtes in praktischer Weise zu verwenden und dadurch die stärksten Beweise für das Zutreffende derselben zu liefern. Mögen andere anderer Meinung sein, mir genügt es, nach meiner besten Ueberzeugung die Wahrheit angestrebt und mich wissentlich vor jedem Irrthum gehütet zu haben.

Namen- und Sachregister.

Berichtigung.

S. 207, Z. 10 v. u., und S. 256, Z. 12 v. u., lies „Arequipa“ statt „Arequiba“.

Braunschweig.
Druck von George Westermann.

Braunschweig.
Druck von George Westermann.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY
BERKELEY

QB51
G7

Return to desk from which borrowed.
This book is DUE on the last date stamped below.

OCT 1 6 1951

ASTRONOMY LIBRARY

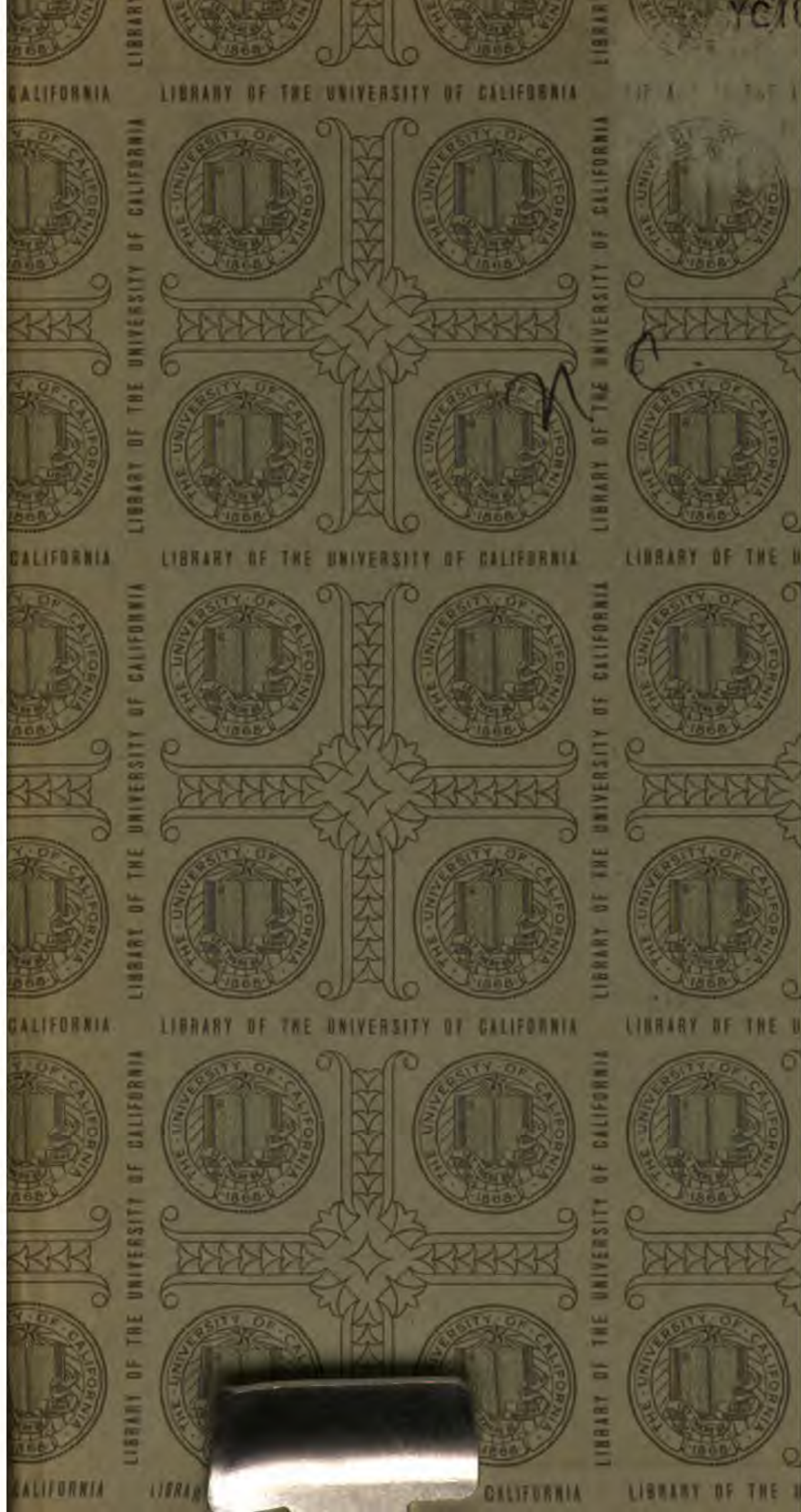
APR 3 1968

LIBRARY USE ONLY
MAR 1 5 1989
CIRCULATION DEPT.

RECEIVED BY
MAR 1 5 1989
CIRCULATION DEPT.

LD 21-95m-11,'50(2877s16)476

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA


LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
1868